



TUGAS AKHIR TF 145565

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL* DALAM PROSES PEMURNIAN PADA MINI PLANT BIODIESEL DI WORKSHOP INSTRUMENTASI

Lintang Gumebyar
NRP 2414 031 031

Dosen Pembimbing
Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T, M.T.
NIP. 19690507 199512 1 001

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL*
DALAM PROSES PEMURNIAN PADA *MINI PLANT*
BIODIESEL DI WORKSHOP INSTRUMENTASI**

**LINTANG GUMEBYAR
NRP 2414 031 031**

**Dosen Pembimbing
Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T, M.T.
NIP. 19690507 199512 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT TF 145565

***A DESIGN OF LEVEL CONTROL SYSTEM IN THE
PURIFICATION PROCESS TO BIODIESEL MINI PLANT
IN THE INSTRUMENTATION WORKSHOP***

**LINTANG GUMEBYAR
NRP 2414 031 031**

**Dosen Pembimbing
Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T, M.T.
NIP. 19690507 199512 1 001**

***DEPARTMENT INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017***

LEMBAR PENGESAHAN

**"RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL*
DALAM PROSES PEMURNIAN PADA MINI PLANT
BODIESEL DI WORKSHOP INSTRUMENTASI"**

TUGAS AKHIR


Oleh :

Lintang Gumebyar
NRP. 2414 031 031

Surabaya, 27 Juli 2017

Menyetujui,


Dosen Pembimbing



Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T, M.T.
NIP. 19690507 199512 1 001



**Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV - ITS**



Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito., M.Sc
NIP. 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL* DALAM PROSES PEMURNIAN PADA MINI PLANT BIODIESEL DI WORKSHOP INSTRUMENTASI”

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

LINTANG GUMEBYAR
NRP. 2414 031 031

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Bambang Lelono W., S.T.,M.T.  (Pembimbing)
2. Ir. Ya'umar, M.T.  (Ketua Tim Penguji)
3. Ir. Tutug Dhanardono, M.T.  (Dosen Penguji)

SURABAYA
JULI, 2017

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL* DALAM PROSES PEMURNIAN PADA *MINI PLANT* BIODIESEL DI WORKSHOP INSTRUMENTASI”

Nama : Lintang Gumebyar
NRP : 2414 031 031
Program Studi : D3 Teknik Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Dr. Bambang Lelono Widjiantoro,
S.T, M.T.

Abstrak

Pengendalian level pada proses pencucian hasil transesterifikasi *mini plant* biodiesel ini menggunakan sistem pengendalian bermode *on-off* dan menggunakan LDR sebagai sensor level, microcontroller ATmega 8535 sebagai *controller*, LCD yang berfungsi untuk menampilkan data dan dua aktuator *solenoid valve*. Cara kerja dari plant pengendalian ini yaitu sensor LDR akan mendeteksi perubahan level pada tangki pencucian kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 8535 sehingga perubahan level dapat ditampilkan melalui LCD. Pada tangki ini bertujuan untuk memisahkan minyak biodiesel murni dengan gliserol sehingga didapatkan hasil biodiesel yang murni. Pada pengujian sistem pencucian pertama dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali . didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1,166 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt. Pada pengujian sistem pencucian kedua dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali . didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt. Pada pengujian sistem pencucian ketiga dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali . didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt .

Kata kunci : Sistem pengendalian level, proses pemurnian, sensor level LDR, mikrokontroler ATmega 8535

**“A DESIGN OF LEVEL CONTROL SYSTEM IN THE
PURIFICATION PROCESS TO BIODIESEL MINI PLANT
IN THE INSTRUMENTATION WORKSHOP”**

Name : Lintang Gumebyar
NRP : 2414 031 031
Department : Instrumentation Engineering
Diploma Program
Advisor Lecturer : Dr. Bambang Lelono Widjiantoro,
S.T, M.T.

Abstract

In this level of control system is a system design that is able to control the level of mini plant biodiesel process, especially in bleaching tank / bleaching oil nyamplung results from the previous process of transesterification mixing and aquades. Level control on washing process of transesterification result of biodiesel mini plant using on-off coding control system and using LDR as level sensor, ATmega 8535 microcontroller as controller, LCD function to display data and two solenoid valve actuators. The workings of this control plan is the LDR sensor will detect the level changes in the washing tank and then processed by ATmega 8535 microcontroller so that the level changes can be displayed through the LCD. In this tank aims to separate pure biodiesel oil with glycerol to obtain pure biodiesel. In testing the first washing system with 6 Cm and 10 Cm set point taken data 3 times. Obtained data for low sensors with an average of 1.166 Volts and for high sensors with an average of 1.1 Volts. In testing of second washing system with set point 6 Cm and 10 Cm taken data 3 times. Obtained data for low sensors with an average of 1 Volt and for high sensors with an average of 1.1 Volts. In testing of third washing system with set point 6 Cm and 10 Cm taken data 3 times. Obtained data for low sensors with an average of 1 Volt and for high sensors with an average of 1.1 Volt.

***Keywords : The level control system, The purification process,
The LDR level sensor, The Atmega 8535
microcontroller***

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan YME atas berkat dan karunia-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL* DALAM PROSES PEMURNIAN PADA *MINI PLANT* BIODIESEL DI WORKSHOP INSTRUMENTASI”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma pada prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku KADEP D3 Teknik Instrumentasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami.
2. Bapak Totok Ruki Biyanto, S.T., M.T.,Ph.D ,selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan perhatiannya selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Fisika
3. Bapak Dr. Bambang Lelono Widjiantoro, S.T., M.T., selaku pembimbing tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah memberikan izin menggunakan *workshop* intrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir kami.
5. Orang Tua saya yang tercinta,terutama Ibu saya, terima kasih atas segala dukungan dan kepercayaan baik moril,

spiritual dan material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.

6. Kelompok TA Biodiesel Renza, Fatur, Gerry, Atika dan Artha yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir. Semoga akan selalu teringat kebersamaan kita.
7. Teman-teman Pengurus Workshop Instrumentasi SPAIN 2014, serta adik-adik 2015 dan 2016 yang selalu memberi support kepada kami baik suka maupun duka.
8. Teman-teman seperjuangan tugas akhir D3 Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2014 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
9. Kakak-kakak dari lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
10. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 28 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Metodologi Pengujian Alat	3
1.6 Sistematika Laporan	3
 BAB II TEORI PENUNJANG	 5
2.1 Bahan Baku Biodiesel	5
2.1.1 Minyak Biji Nyamplung	5
2.1.2 Alkohol	6
2.1.3 Aquades	7
2.2 <i>Mixing Process</i>	7
2.3 Sensor <i>LDR</i>	9
2.4 Reaksi Pemurnian	10
2.5 <i>Solenoid Valve</i>	11
2.6 <i>Microcontroller ATmega 8535</i>	12
2.6.1 Catu Daya	13
2.6.2 <i>Memori</i>	14
2.6.3 <i>Input dan Output</i>	14
2.6.4 <i>Arsitektur ATmega 8535</i>	15
2.6.5 <i>Konfigurasi ATmega 8535</i>	15

2.7	Sistem Pengendalian <i>on/off</i>	18
2.8	Lampu Indikator.....	20
2.9	LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>)	21
2.10	<i>Relay</i>	23
 BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.... 27		
3.1	Blok Diagram Perancangan Alat	27
3.2	Perancangan Sistem Pengendalian <i>Level</i> Pada <i>Unit Pencucian (Bleaching)</i>	28
3.3	Perancangan <i>Local Control unit (LCU)</i>	31
3.4	Perancangan Hardware	32
3.5	Perancangan Perangkat Lunak <i>Software</i>	42
3.6	Prosedur Operasional	44
 BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA DATA 45		
4.1	Pengujian Alat	45
4.2	Pengujian Sistem	45
4.3	Pengujian LDR menggunakan <i>Voltage Divider</i>	48
4.4	Perbandingan Monitoring Level dengan pembacaan sensor	52
4.5	Analisa Data	57
 BAB V PENUTUP 59		
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	59
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A DATA SHEET MICROCONTROLLER		
ATMEGA 8535		
LAMPIRAN B DATA SHEET SENSOR LDR		
LAMPIRAN C REVIEW LISTING CODING ATMEGA		
8535		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Mixing tank</i>	8
Gambar 2.2 Sensor LDR.....	10
Gambar 2.3 <i>Solenoid Valve</i>	11
Gambar 2.4 Bagian-Bagian <i>Solenoid Valve</i>	12
Gambar 2.5 Konfigurasi <i>pin</i> IC ATmega 8535.....	16
Gambar 2.6 Fluktuasi Pengendalian <i>On-Off</i>	20
Gambar 2.7 Lampu indikator.....	21
Gambar 2.8 Konfigurasi LCD 2x16	22
Gambar 2.9 <i>Relay</i> DC.....	24
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan dan Pembuatan Alat	27
Gambar 3.2 Rancangan <i>Plant Level</i> Pada Tangki Pemurnian (<i>Bleaching</i>)	29
Gambar 3.3 <i>Solenoid Valve</i>	30
Gambar 3.4 Sensor <i>LDR</i>	30
Gambar 3.5 Diagram Blok Pengendalian <i>Level</i>	31
Gambar 3.6 LCD <i>Plant</i> Pengendalian <i>Level</i>	32
Gambar 3.7 Rangkaian <i>Power Supply</i> 5 Volt.....	33
Gambar 3.8 Rangkaian <i>Power Supply</i> 12 Volt.....	33
Gambar 3.9 Penempatan Sensor <i>LDR high dan Low</i>	34
Gambar 3.10 Rangkaian <i>Modul Relay</i>	35
Gambar 3.11 Konfigurasi <i>pin</i> IC ATmega 8535.....	38
Gambar 3.12 <i>Microcontroller</i> ATmega8535	40
Gambar 3.13 Koneksi LCD 2 X 16 ke <i>Microcontroller</i>	41
Gambar 3.14 Tampilan Perancangan LCD Pada Uji Coba ..	42
Gambar 3.15 Diagram Alir Program.....	43
Gambar 4.1 Diagram Blok Pengendalian <i>Level</i>	46
Gambar 4.2 Grafik Respon Keluaran Sensor LDR terhadap Ketinggian Level Pada Tangki Pencucian Loop Pertama.	49
Gambar 4.3 Grafik Respon Sistem Pengendalian Level loop 1.	50
Gambar 4.4 Grafik Respon Keluaran Sensor LDR terhadap Ketinggian Level Pada Tangki Pencucian Loop Kedua.	50

Gambar 4.5 Grafik Respon Sistem Pengendalian Level loop 2.	52
Gambar 4.6 Grafik Respon Keluaran Sensor LDR terhadap Ketinggian Level Pada Tangki Pencucian Loop Ketiga.	53
Gambar 4.7 Grafik Respon Sistem Pengendalian Level loop 3.	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Pin-pin Port I/O PORT B</i>	17
Tabel 2.2 <i>Pin – pin Port I/O PORT D</i>	18
Tabel 2.3 Konfigurasi LCD 2x16	22
Tabel 3.1 <i>Pin-pin Port I/O PORT B</i>	39
Tabel 3.2 <i>Pin – pin Port I/O PORT D</i>	40
Tabel 4.1 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor <i>low</i> pada saat tidak tersinari	46
Tabel 4.2 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor <i>low</i> pada saat tersinari.	46
Tabel 4.3 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor <i>high</i> pada saat tidak tersinari	47
Tabel 4.4 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor <i>high</i> pada saat tersinari.	47
Tabel 4.5 Pembacaan sensor LDR pada tangki pencucian (<i>bleaching</i>) loop pertama dengan set point <i>low</i> 6 cm dan <i>high</i> 10 cm.	49
Tabel 4.6 Respon Sistem Tracking <i>Set Point Level</i> Loop 1	50
Tabel 4.7 Pembacaan sensor LDR pada tangki pencucian (<i>bleaching</i>) loop kedua dengan set point <i>low</i> 6 cm dan <i>high</i> 10 cm.	51
Tabel 4.8 Respon Sistem Tracking <i>Set Point Level</i> Loop 2	53
Tabel 4.9 Pembacaan sensor LDR pada tangki pencucian (<i>bleaching</i>) loop ketiga dengan set point <i>low</i> 6 cm dan <i>high</i> 10 cm.	54
Tabel 4.10 Respon Sistem Tracking <i>Set Point Level</i> Loop 1	55
Tabel 4.11 Perbandingan <i>Level</i> Sebenarnya Dengan Pembacaan Sensor LDR	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di dunia maupun di Indonesia kini semakin meningkat. Hal tersebut disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan pola konsumsi energi yang semakin meningkat. Ketersediaan energi di Indonesia semakin lama semakin menipis. Indonesia sudah menjadi net importer untuk total minyak mentah dan BBM. Pada tahun 2008, Indonesia telah mengimpor BBM mencapai sebesar 153 juta BOE (barrel of oil equivalent) = SBM/setara barel minyak(Djamaludin, 2011)

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang tepat dari bahan mentah terbarukan (*renewable*) selain bahan bakar diesel dari minyak bumi. Dibandingkan bahan bakar fosil, biodiesel mempunyai kelebihan diantaranya bersifat dapat terdegradasi dengan mudah (*biodegradable*), *non-toxic*, mempunyai angka emisi dan gas sulfur yang rendah sehingga emisi pembakaran yang dihasilkan ramah lingkungan serta tidak menambah akumulasi gas karbondioksida di atmosfer sehingga lebih mengurangi efek pemanasan global atau banyak disebut dengan *zero CO₂ emission*. Pengembangan pemanfaatan jenis Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) merupakan salah satu pendekatan pengelolaan hutan yang melibatkan masyarakat, karena tanaman ini memiliki manfaat ganda yaitu manfaat ekonomi dan manfaat ekologi. Manfaat ekonomis antara lain sebagai penghasil kayu untuk bahan konstruksi dan sebagai sumber bahan baku energi alternatif, mengingat biji tanaman ini memiliki kandungan minyak yang dapat digunakan sebagai bahan bakar nabati. Sedangkan manfaat ekologis dari Nyamplung yaitu tanaman ini mempunyai fungsi perlindungan ekosistem daratan dan perairan seperti menahan abrasi gelombang laut, pengendali intrusi air laut, dan memelihara kualitas air terutama air payau. Disamping itu tanaman nyamplung juga mempunyai potensi yang menjanjikan sebagai bahan obat-obatan.

Maka dari itu akan dirancang sebuah *mini plant Biodiesel Process* secara sederhana. Sistem pada *mini plant Biodiesel Process* ini memerlukan sistem pengendalian otomatis bermode *on-off* ini berfungsi untuk mengendalikan level pada proses separasi produk transesterifikasi untuk mendapatkan hasil yang optimal, dengan campuran minyak dan aquades agar mendapatkan kualitas pencucian yang baik. Oleh karena itu, akan dirancang suatu sistem pengendalian otomatis dengan menggunakan Atmega 8535 dengan bermode pengendalian *on-off* sebagai *controller* dan menggunakan sensor *LDR (Level Sensor)* sebagai pendeteksi level antara minyak dengan katalis pada proses separasi *mini plant Biodiesel minyak nyamplung*.^[1]

1.2 Perumusan Masalah

Pada pelaksanaan tugas akhir ini terdapat permasalahan yaitu bagaimana merancang dan membangun sistem pengendalian level pada proses separasi pada *Mini Plant Biodiesel Process*, agar proses pencucian (*bleaching*) antara minyak nyamplung dan aquades sesuai dan dapat menghasilkan reaksi yang baik dan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

1.3 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini yaitu :

- Pada *plant* tangki pencucian, variabel proses yang akan dikendalikan adalah level untuk proses separasi.
- Bahan yang digunakan dalam pembuatan biodiesel ini adalah minyak biji nyamplung, larutan alkohol (CH_3OH), katalis (KOH), dan aquades untuk proses pencucian.
- Mode pengendali yang digunakan adalah *on-off*.
- Sensor yang digunakan yaitu *LDR*.
- Sensor *LDR* dirancang dengan fungsi high set point dan low set point.
- *Controller* yang digunakan adalah Atmega 8535.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini yaitu merancang dan membangun suatu sistem pengendalian level pada proses separasi pada proses transesterifikasi *Mini Plant Biodiesel*, untuk mendapatkan hasil minyak yang sempurna.

1.5 Metodologi Pengujian Alat

Metodologi penelitian dalam pelaksanaan tugas akhir ini, yaitu :

- Studi literatur

Studi literatur meliputi pemahaman secara teori mengenai Atmega 8535, sensor LDR dan teori tentang sistem pengendalian temperatur bermode *on-off*.

- Perancangan dan Pembuatan Alat

Merancang mekanik, mulai dari penempatan tangki minyak dan aquades ,tangki pencampuran dan *solenoid valve* yang akan dipakai untuk membuka aliran minyak dan larutan campuran. Merancang elektrik, mulai dari menghubungkan sensor LDR dengan Atmega 8535 yang dihubungkan dengan LCD. Merancang *software* dengan menggunakan pemrograman bahasa C yang akan digunakan untuk memprogram Atmega 8535.

- Pengujian dan Analisa Data

Pengujian alat meliputi pengujian *hardware* dan pengujian *software* dengan cara mengoperasikan dan menjalankan *hardware* dan *software* tersebut dan hasilnya sesuai dengan perencanaan alat.

1.6 Sistematika Laporan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika laporan disusun secara sistematis dan terbagi dalam beberapa bab, yaitu dengan perincian sebagai berikut:

BAB I

Pendahuluan

Bab ini berisi tentang penjelasan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan,

tugas akhir, metodologi penelitian dan sistematika laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang bahan pembuatan biodiesel antara lain minyak biji nyamplung, larutan minyak dan aquades, sensor LDR, *relay*, cara kerja *solenoid valve*, proses *unit mixing*, reaksi transesterifikasi, *heater*, sistem pengendalian *on-off*, lampu indikator, LCD, dan Atmega 8535.

BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam bab ini akan dijelaskan secara detail mengenai langkah-langkah yang harus dilalui untuk mencapai tujuan dan simpulan akhir dari penelitian. Produk akhir dari tahap ini adalah perancangan dan model yang siap untuk dibuat, diuji, dan dianalisa.

BAB IV Pengujian Alat dan Analisa Data

Pada bab ini merupakan tindak lanjut dari bab III, dimana pengujian yang telah dilakukan dan akan didapatkan data, baik data berupa grafik maupun tabulasi, kemudian akan dilakukan analisa dan pembahasan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini adalah berisi mengenai kesimpulan pokok dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TEORI PENUNJANG

Dalam pengerjaan tugas akhir adapun teori penunjang yang digunakan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan antara lain : komponen *mini plant* sistem pengendalian *level* pada proses separasi pembuatan biodiesel yaitu minyak biji nyamplung, larutan minyak, dan aquades, *mixing process*, sensor LDR , *solenoid valve*, Atmega 8535, pengendalian *On-Off*, LCD, lampu indikator, *relay*.

2.1 Bahan Baku Biodiesel

Untuk membuat biodiesel diperlukan tiga komponen utama yaitu minyak biji nyamplung, alkohol, aquades.

2.1.1 Minyak Biji Nyamplung

Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Nyamplung termasuk dalam marga *Calophyllum* yang mempunyai sebaran cukup luas di dunia yaitu Madagaskar, Afrika Timur, Asia Selatan dan Tenggara, Kepulauan Pasifik, Hindia Barat, dan Amerika Selatan. Di Indonesia nyamplung tersebar mulai dari bagian Barat sampai Bagian Timur Indonesia. Distribusi pohon nyamplung di Indonesia, mulai Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku, hingga Nusa Tenggara Timur dan Papua . Selain itu, pohon tersebut juga ditemui di wilayah Malaysia, Filipina, Thailand, dan Papua Nugini. Kelebihan nyamplung sebagai bahan baku biodiesel adalah biji mempunyai rendemen yang tinggi (bisa mencapai 74%) dan dalam pemanfaatannya tidak berkompetisi dengan kepentingan pangan. Selain itu, nyamplung memiliki keunggulan ditinjau dari prospek pengembangan dan pemanfaatan lain, antara lain : tumbuh dan tersebar merata secara alami di Indonesia, regenerasi mudah dan berbuah sepanjang tahun menunjukkan daya survival yang tinggi terhadap lingkungan, relatif mudah dibudidayakan baik tanaman sejenis (*monoculture*) atau hutan

campuran (mixed forest), cocok di daerah beriklim kering, permudaan alami banyak, dan berbuah sepanjang tahun, hampir seluruh bagian tanaman nyamplung berdayaguna dan menghasilkan bermacam produk yang memiliki nilai ekonomi, tegakan hutan nyamplung berfungsi sebagai wind breaker/ perlindungan untuk tanaman pertanian dan konservasi sempa dan pantai, pemanfaatan biodiesel nyamplung dapat menekan laju penebangan pohon hutan sebagai kayu bakar. (Santoso.,2008) .^[1]

2.1.2 Alkohol (*Methanol*)

Jenis alkohol yang biasanya dipakai pada proses pembuatan biodiesel adalah *methanol* dan etanol. *Methanol* atau biasa dikenal sebagai metil alkohol merupakan jenis alkohol yang biasa digunakan dalam pembuatan biodiesel karena *methanol* (CH_3OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) karena *methanol* memiliki satu ikatan carbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan carbon, sehingga lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol dibanding dengan etanol. Kerugian dari *methanol* adalah *methanol* termasuk zat yang beracun dan berbahaya, bahkan lebih mudah terbakar bila dibandingkan bensin. *Methanol* berwarna bening seperti air, mudah menguap, mudah terbakar dan mudah bercampur dengan air. Etanol lebih aman, tidak beracun dan terbuat dari hasil pertanian, sedangkan *methanol* mengandung uap yang berbahaya bagi makhluk hidup dan terbuat dari batubara. Etanol memiliki sifat yang sama dengan metanol yaitu berwarna bening seperti air, mudah menguap, mudah terbakar dan mudah bercampur dengan air. Namun, saat ini penggunaan *methanol* lebih banyak digunakan karena selain harganya lebih murah, juga lebih mudah untuk memperoleh pemisahan gliserin dibandingkan dengan etanol, dan pada penggunaan etanol apabila tidak berhati-hati akan menimbulkan emulsi. *Methanol* dan etanol yang dapat digunakan hanya yang murni 99%. *Methanol* memiliki massa jenis 0,7915 g/m³, sedangkan etanol memiliki massa jenis 0,79 g/m³ ^[2].

2.1.3 Aquades

Pengertian aquades adalah air murni atau H_2O , merupakan air dari hasil destilasi atau air hasil penyulingan. H_2O ini hampir tak mengandung mineral di dalamnya. Sementara itu, air mineral merupakan suatu bentuk pelarut yang universal, mudah menyerap atau melarutkan untuk berbagai macam partikel mineral anorganik, mikroorganisme, logam berat yang ditemuinya. Berikut merupakan beberapa fungsi dari aquades diantaranya :

1. Sebagai pelarut saat melarutkan senyawa.
2. Sebagai penjelas warna pada indikator pp.
3. Dalam suatu pembuatan media, maka peran aquades di sini sangat diperlukan untuk bisa melarutkan bahan yang nantinya juga akan digunakan. Aquades juga menjadi sumber air yang nantinya akan digunakan oleh mikroorganisme untuk bisa tetap hidup. ^[3]

2.2 *Mixing Process*

Mixing process merupakan suatu proses membaurkan beberapa bahan menjadi satu kesatuan dengan presentase tertentu sehingga menghasilkan produk baru yang homogen. Contoh dari proses pencampuran cair-cair yaitu seperti sirup, bahan-bahan kimia, minuman kaleng dan sebagainya. Dalam proses tersebut diperlukan gaya mekanik sebagai penggerak alat pengaduk sehingga proses pencampuran dapat berjalan dengan baik. Ada beberapa metode dalam proses pencampuran seperti penyemprotan dan mengeluarkan gas ke dalam cairan. Namun metode yang paling sering digunakan yaitu dengan metode turbulensi dimana bahan-bahan yang akan dicampur dimasukkan kedalam bejana kemudian diaduk^[4].



Gambar 2.1. *Mixing Tank*

Selain itu salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan peralatan yang harus digunakan dalam pencampuran adalah fase dari bahan yang akan dicampur. Berikut akan dibahas pencampuran berdasarkan fase dari bahan yang dicampur.

1. *Liquid-Liquid Material of Mixing*

Mixing process ini digunakan untuk mempersiapkan atau melangsungkan proses-proses kimia dan fisika serta juga untuk membuat produk akhir yang komersial. Alat yang digunakan untuk mencampur bahan cair-cair dapat berupa tangki atau bejana yang dilengkapi dengan pengaduk. Tangki atau bejana biasanya berbentuk silinder dengan sumbu terpasang vertikal, bagian atas bejana itu bias terbuka saja ke udara atau dapat pula tertutup. Ujung bawah tangki itu biasanya agak membulat, jadi tidak datar saja, maksudnya agar tidak terdapat terlalu banyak sudut-sudut tajam atau daerah yang sulit ditembus arus zat cair. Kedalaman zat cair biasanya hampir sama dengan diameter tangki. Di dalam tangki itu dipasang pengaduk (*impeller*) pada ujung poros menggantung, artinya poros itu ditumpu dari atas. Poros itu digerakkan oleh motor, yang kadang-kadang dihubungkan langsung dengan poros itu, namun biasanya dihubungkan melalui

peti roda gigi untuk menurunkan kecepatannya.

2. *Solid-liquid Material of Mixing*

Pada proses pembuatan produk industri kimia yang siap untuk diperdagangkan dan pada pengolahan produk setengah jadi, seringkali bahan-bahan padat harus dicampurkan dengan sejumlah kecil cairan. Di sini dapat terbentuk bahan padat yang lembab atau campuran yang sangat viskos seperti pasta atau adonan. Seringkali cairan harus juga ditambahkan ke dalam pasta, adonan atau massa yang plastis tersebut. Alat yang digunakan dapat berupa tangki atau bejana vertikal yang berbentuk silinder, bahan digilas dan diuli oleh satu atau dua perkakas campur yang mirip pengaduk.

3. *Solid-solid Material of Mixing*

Mixing Process dengan dua atau lebih dari bahan padat banyak dijumpai yang akan menghasilkan produk komersial industri kimia. Alat yang digunakan untuk pencampuran bahan padat dengan padat dapat berupa bejana-bejana yang berputar, atau bejana-bejana berkedudukan tetap tapi mempunyai perlengkapan pencampur yang berputar, ataupun pneumatik.

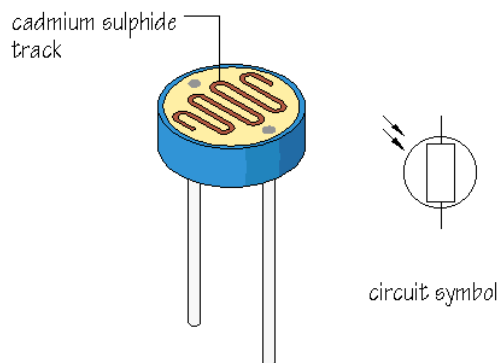
4. *Liquid-gas Material of Mixing*

Untuk *mixing process* kimia dan fisika tertentu gas harus dimasukkan ke dalam cairan, artinya cairan dicampur secara sempurna dengan bahan-bahan berbentuk gas.

2.3 Sensor LDR

LDR (*Light Dependent Resistor*), ialah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah jenis resistor yang biasa digunakan sebagai detector cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. Light Dependent Resistor, terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar 10 M dan dalam keadaan terang sebesar 1 k atau kurang. LDR terbuat

dari bahan semikonduktor seperti cadmium sulfide. Dengan bahan ini energy dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. LDR digunakan untuk mengubah energy cahaya menjadi energy listrik. Saklar cahaya otomatis dan alarm pencuri adalah beberapa contoh alat yang menggunakan LDR. Akan tetapi karena responnya terhadap cahaya cukup lambat, LDR tidak digunakan pada situasi di mana intensitas cahaya berubah secara drastis. Sensor ini akan berubah nilai hambatannya apabila ada perubahan tingkat kecerahan cahaya. Alat Ukur yang digunakan untuk mengukur nilai hambatan LDR adalah Multimeter dengan fungsi pengukuran Ohm (Ω). Agar Pengukuran LDR akurat, kita perlu membuat 2 kondisi pencahayaan yaitu pengukuran pada saat kondisi gelap dan kondisi terang. Dengan demikian kita dapat mengetahui apakah Komponen LDR tersebut masih dapat berfungsi dengan baik atau tidak. ^[5].



Gambar 2.2 Sensor LDR^[5].

2.4 Reaksi Pemurnian

Biodiesel dari biji nyamplung dapat diperoleh melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi menghasilkan crude biodiesel yang mengandung metil ester,

gliserol dan impurities lain berupa sisa reaktan dan katalis. Hasil biodiesel sering tercampur dengan sabun. Maka dari itu, perlu adanya proses selanjutnya yaitu proses pencucian yang dilakukan untuk mendapatkan biodiesel dengan kandungan metil ester tinggi. Pencucian adalah proses menghilangkan sisa methanol, sisa katalis, sabun dan gliserol yang tidak bisa dihilangkan pada proses pemisahan sebelumnya menggunakan metode pemisahan. Metode yang digunakan adalah metode pencucian dengan air suling untuk menghilangkan gliserol dan sisa bahan lain^[6].

2.5 Solenoid Valve

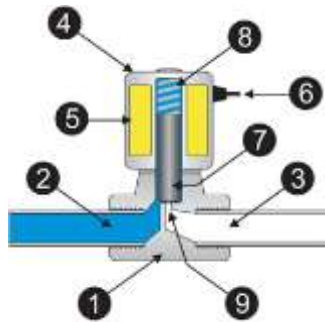
Solenoid Valve merupakan sebuah katup yang mempunyai kumparan sebagai penggerak piston yang digerakan dengan arus AC maupun DC. Pada solenoid valve terdapat lubang keluaran (*ouput*), lubang masukan (*input*) dan *exhaust*. Masing-masing lubang tersebut mempunyai fungsi yang berbeda, misalnya lubang keluaran berfungsi sebagai jalan masuk *fluida* atau *supply*, kemudian lubang keluaran berfungsi sebagai jalan tempat keluarnya *fluida* dan *exhaust* sebagai tempat mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi saat *solenoid* bekerja.



Gambar 2.3 Solenoid Valve ^[7]

Solenoid valve bekerja ketika katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerak dimana ketika koil mendapat *supply*

tegangan listrik maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalam. Ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran solenoid valve akan mengeluarkan fluida sesuai dengan *supply* tegangan yang diterima, umumnya 100/200 VAC tetapi ada juga yang mendapatkan *supply* tegangan DC. Berikut ini merupakan bagian-bagian dari solenoid valve:



Gambar 2.4 Bagian-Bagian *Solenoid Valve* ^[7]

Keterangan:

1. *Valve body*
2. Terminal masukan (*inlet port*)
3. Terminal keluaran (*outlet port*)
4. Koil / koil *solenoid*
5. Kumputan
6. Kabel suplai tegangan
7. *Plunger*
8. *Spring*
9. Lubang / *exhaust*

2.6 Mikrokontroler Atmega 8535

Mikrokontroler merupakan suatu rangkaian terintegrasi (*IC*) dengan kepadatan yang sangat tinggi dan semua bagian yang diperlukan oleh suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping yang didalamnya terdiri dari pusat pemroses (*Central Processing*

Unit), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM / EPROM / PROM, unit *input/output*, antarmuka serial dan *parallel*, *timer* dan *counter*, serta *interrup* kontroler. Mikrokontroler tersedia dalam beberapa pilihan, tergantung dari keperluan dan kemampuan yang diinginkan. Mikrokontroler yang banyak beredar biasanya terdiri dari 4, 8, 16 atau 32 bit.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits *word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 *clock*. RISC adalah *reduced instruction set computing* sedangkan CISC adalah *complex instruction set computing*.

AVR dikelompokkan kedalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan keluarga AT86RFxx. Dari kesemua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *on-board* memori, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan keempat kelas AVR bisa dikatakan hampir sama.^[11]

2.6.1 Catu Daya

Catu daya merupakan daya untuk menjalankan peralatan elektronik yang dapat diperoleh dari baterai atau sumber lainnya. Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. *Power supply* dapat menggunakan *adaptor* DC atau baterai. *Adaptor* dapat dikoneksikan dengan menggunakan *jack adaptor* pada koneksi *port* input *supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 7-12 volt. Jika *supply* kurang dari 7V akan menyebabkan *board* menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, tegangan di regulator akan sangat panas dan dapat menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 hingga 12 volt. Penjelasan pada pin *power* adalah sebagai berikut :

- Vin
Tegangan input ke *board* arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari

koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau tegangan suplai menggunakan power jack, aksesnya menggunakan pin ini.

- 5V
Regulasi *power supply* digunakan untuk power mikrokontroller dan komponen lainnya pada *board*. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada *board*, atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5V lainnya.
- 3V3
Suplai 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di *board*. Arus maximumnya adalah 50 Ma.
- Pin Ground
Pin ground berfungsi sebagai jalur ground pada arduino.

2.6.2 Memori

Atmega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode dan 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. Atmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

2.6.3 Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50 Kohms. Adapun beberapa fungsi yang dimiliki pin adalah sebagai berikut :

- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB PTDI ke TTL chip serial.
- Interrupt eksternal : 2 dan 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.

- PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi `analogWrite()`.
- SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensupport komunikasi SPI, yang mana masih mendukung hardware, yang tidak termasuk pada bahasan arduino.
- LED : 13, digunakan untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup dan ketika pin LOW, LED mati.

2.6.4 Arsitektur ATmega 8535

Adapun spesifikasi arsitektur yang terdapat pada ATmega 8535 sebagai berikut :

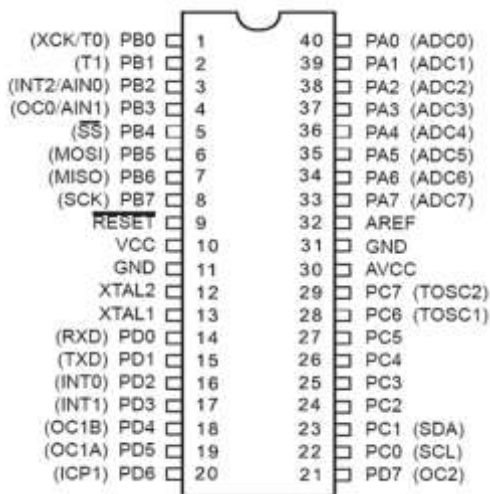
- a. Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C* dan *port D*
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 *channel*
- c. Tiga buah *timer / counter*
- d. 32 *register*
- e. *Watchdog timer* dengan *oscillator* internal
- f. SRAM sebanyak 512 *byte*
- g. Memori *Flash* sebesar 8 kb
- h. Sumber *interrupt* internal dan eksternal
- i. *Port SPI (Serial Peripheral Interface)*
- j. EEPROM on board sebanyak 512 *byte*
- k. Komparator *analog*
- l. *Port USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)*

2.6.5 Konfigurasi Pin ATmega8535

Mikrokontroler ATmega 8535 memiliki 40 *pin* dan 4 *port* dengan susunan seperti pada gambar 2.10 dengan masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai *pin* masukan catu daya
- b. GND merupakan *pin ground*

- c. *Port A (PA0...PA7)* merupakan *pin I/O* dan *pin* masukan ADC
- d. *Port B (PB0...PB7)* merupakan *pin I/O* dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus yaitu *timer/counter*, komparator analog dan SPI
- e. *Port C (PC0...PC7)* merupakan *port I/O* dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan *timer oscillator*
- f. *Port D (PD0...PD7)* merupakan *port I/O* dan *pin* fungsi khusus yaitu komparator analog dan *interrupt eksternal* serta komunikasi serial
- g. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock eksternal*
- i. AVCC merupakan *pin* masukan untuk tegangan ADC
- j. AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi untuk ADC



Gambar 2.5 Konfigurasi *pin* IC ATmega 8535^[11]

Port A

Pada port A merupakan 8-bit *directional port I/O*. Setiap *pin*nya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display* LED secara langsung. *Data Direction Register port A* (DDRA) harus *disetting* terlebih dahulu sebelum Port A digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin* port A yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, kedelapan *pin* port A juga digunakan untuk masukan sinyal analog bagi A/D converter.

Port B

Pada Port B merupakan 8-bit *directional port I/O*. Setiap *pin*nya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display* LED secara langsung. *Data Direction Register port B* (DDRB) harus *disetting* terlebih dahulu sebelum Port B digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin* port B yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. *Pin-pin* port B juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut 2.1 *Pin-pin* port I/O PORT B.

Table 2.1 *Pin-pin* Port I/O PORT B

<i>Port Pin</i>	Fungsi Khusus
PB0	T0 = timer/counter 0 external counter input
PB1	T1 = timer/counter 0 external counter input
PB2	AIN0 = analog comparator positive input
PB3	AIN1 = analog comparator negative input
PB4	SS = SPI slave select input
PB5	MOSI = SPI bus master output / slave input
PB6	MISO = SPI bus master input / slave output
PB7	SCK = SPI bus serial clock

Port C

Pada Port C merupakan 8-bit *directional port* I/O. Setiap *pin*nya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display* LED secara langsung.

Data *Direction Register port C* (DDRC) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin port C* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, dua *pin port C* (PC6 dan PC7) juga memiliki fungsi alternatif sebagai *oscillator* untuk *timer/counter 2*.

Port D

Pada Port D merupakan 8-bit *directional port* I/O. Setiap *pin*nya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display* LED secara langsung. Data *direction register port D* (DDRD) harus di *setting* terlebih dahulu sebelum Port D digunakan. *Pin* pada port D juga memiliki untuk fungsi yaitu. ^[7]

Table 2.2 *Pin – pin Port I/O PORT D*

<i>Port</i>	Fungsi khusus
PD0	RDX (UART <i>input</i> line)
PD1	TDX (UART <i>output</i> line)
PD2	INT0 (external interrupt 0 <i>input</i>)
PD3	INT1 (external interrupt 1 <i>input</i>)
PD4	OC1B (Timer <i>output</i> compareB match <i>output</i>)
PD5	OC1A (Counter1 <i>output</i> compareA match <i>output</i>)
PD6	ICP (Timer/counter1 <i>input</i> capture <i>pin</i>)
PD7	OC2 (Timer <i>output</i> compare match <i>output</i>)

2.7 Sistem Pengendalian On-off

Sistem pengendalian proses terdiri dari beberapa kerja alat-alat yang digunakan untuk mengendalikan variabel-variabel

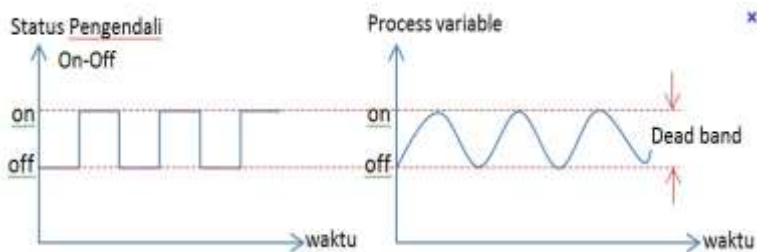
proses terukur pada suatu nilai *set point* tertentu. Sistem pengendalian proses terdiri dari dua macam, yaitu pengendalian manual dan otomatis. Variabel-variabel proses yang dikendalikan terdiri dari *pressure*, *flow*, *temperature* dan *level*. Beberapa istilah dalam *system* pengendalian proses antara lain:

- *Controller* : elemendalam *system* pengendalian yang melakukan pengukuran, perbandingan, perhitungan, dan koreksi. Salah satu metode *controller* dalam *system* pengendalian proses di industry yaitu *PID (Proportional Integral Derrivatif) control*.
- Proses : Gabungan peralatan yang bekerja sebagai suatu sistem
- Transmitter berfungsi membaca sinyal sensing element dari sensor dan mengubahnya sebelum diteruskan ke *controller*.
- FCE (*Final Control Element*) : instrument akhir dalam *system* pengendalian proses yang berfungsi merubah variable pengukuran (*measurement variable*) menjadi variable termanipulasi (*manipulated variable*) berdasarkan perintah *controller* terpasang.

Dalam perancangan sebuah pengendalian proses, dibutuhkan suatu penetapan mode proses terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan mode pengendalian proses merupakan hal yang paling utama dalam sebuah sistem pengendalian variabel. Salah satu mode pengendalian yang sering juga digunakan dalam banyak pengendalian variabel proses yaitu mode pengendalian *on/off*. Pengendalian *on /off* hanya bekerja pada dua posisi, yaitu posisi “*on*” dan posisi “*off*”. Pada sistem pengendalian *on/off* tidak akan pernah bekerja pada daerah antara 0 hingga 100%. Karena kerjanya yang *on/off* , hasil pengendalian pengendali *on-off* akan menyebabkan proses *variable* yang bergelombang, tidak pernah konstan. Perubahan proses *variable* akan seirama dengan perubahan posisi *final control element*. Besar kecilnya fluktuasi

proses *variable* ditentukan oleh titik dimana *controller* “on” dan titik dimana “off”. Karena karakteristik kerjanya yang hanya *on* dan *off*, *controller* jenis *on-off* juga sering disebut sebagai *two position controller*, *gap controller* atau *snap controller*. Kata *snap* secara harfiah berarti menampar. Sebuah *controller on-off* kemudian juga lazim disebut *snap controller*. Ungkapan kata *snap action* kelak akan juga dipakai untuk kerja *controller* jenis lain yang karena besarnya *gain* menjadi bekerja secara *on-off*.

Kerja pengendalian *on-off*, seringkali didapatkan dengan memanfaatkan *dead band* suatu proses *switch*. Kerja pengendalian *on-off* banyak dipakai di sistem pengendalian yang sederhana. Namun, tidak semua proses dapat dikendalikan secara *on-off* karena banyak operasi proses yang tidak dapat mentolerir fluktuasi proses *variable*. Jadi, syarat utama untuk memakai pengendali *on-off* yaitu karena proses memang tidak dapat mentolerir fluktuasi proses *variable* pada batas-batas kerja pengendalian *on-off*. Aksi pengendalian dari *controller* ini hanya mempunyai dua kedudukan, maksimum atau minimum, tergantung dari *variable* terkontrolnya, apakah lebih besar atau lebih kecil dari set point.



Gambar 2.6 Fluktuasi Pengendalian *On-Off* ^[15]

2.8 Lampu Indikator

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui *filamen* yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi *filamen* panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan

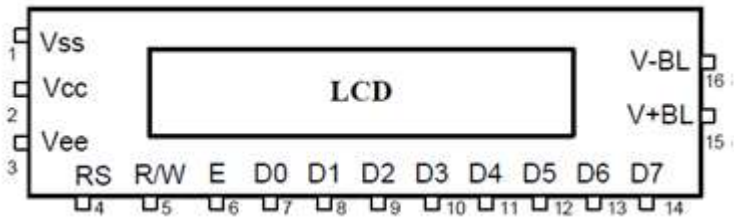
dengannya sehingga *filamen* tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (*voltase*) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pijar dan dioda cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi.



Gambar 2.7 Lampu indikator ^[10]

2.9 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah sebuah teknologi yang berfungsi sebagai penampil atau monitor . Modul LCD dengan tampilan 16x2, terdiri dari dua bagian. Pada bagian pertama merupakan panel LCD sebagai media untuk menampilkan informasi berbentuk huruf, simbol maupun angka. LCD 16x2 dapat menampung dua baris, dimana tiap baris dapat menampilkan 16 karakter. Bagian kedua merupakan rangkaian elektronika yang dibentuk dengan mikrokontroler, berada di balik panel LCD. Bagian ini mempunyai fungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi LCD dengan mikrokontroler. Berikut ini konfigurasi LCD 2x16 serta penjelasannya:



Gambar 2.8 Konfigurasi LCD 2x16 ^[11]

Tabel 2.3 Konfigurasi LCD 2x16

Pin	<i>Symbols and Functions</i>
1	GND
2	VCC (+5V)
3	<i>Contrast Adjust</i>
4	(RS) == >> 0 = <i>Instruction input</i> / 1 = <i>Data input</i>
5	(R/W) == >> 0 = <i>Write to LCD Module</i> / 1 = <i>Read from LCD Module</i>
6	(E) == >> <i>Enable Signal</i>
7	(DB0) == >> <i>Data Pin 0</i>
8	(DB1) == >> <i>Data Pin 1</i>
9	(DB2) == >> <i>Data Pin 2</i>
10	(DB3) == >> <i>Data Pin 3</i>
11	(DB4) == >> <i>Data Pin 4</i>
12	(DB5) == >> <i>Data Pin 5</i>
13	(DB6) == >> <i>Data Pin 6</i>

Tabel 2.3 Konfigurasi LCD 2x16 (Lanjutan)

Pin	<i>Symbols and Functions</i>
14	(DB7) == >> Data Pin 7
15	(VB+) == >> <i>Back Light</i> (+5V)
16	(VB-) == >> <i>Back Light</i> (GND)

Berikut ini karakteristik dari LCD (16x2) :

1. Tampilan 16 karakter, 2 baris.
2. ROM pembangkit karakter 192 jenis.
3. RAM pembangkit karakter 8 jenis (di-program pemakai).
4. RAM data tampilan 80 x 8 bit (8 karakter).
5. *Duty ratio* 1/16.
6. RAM data tampilan dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca dari unit mikro-prosesor.
7. Beberapa fungsi perintah antara lain adalah penghapusan tampilan (*display clear*), posisi krusor awal (*crusor home*), tampilan karakter kedip (*display character blink*), penggeseran krusor (*crusor shift*) dan penggeseran tampilan (*display shift*).
8. Rangkaian pembangkit detak (*clock*).
9. Rangkaian otomatis reset saat daya dinyalakan.
10. Catu daya tunggal +5 volt.

2.10 Relay

Relay adalah peralatan yang menggunakan elektromagnet dalam memberikan gaya untuk membuka atau menutup *switch*. Dengan kata lain, suatu *switch* dengan menggunakan tenaga listrik. Suatu *switch* atau *relay* pada saat keadaan tidak fiktif memiliki dua kondisi yaitu NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Dalam pemilihan suatu *relay* yang harus diperhatikan adalah kapasitas arusnya. *Relay* merupakan piranti

control yang dapat berguna untuk menutup dan membuka kontak. *Relay* mekanis digunakan untuk menyambung atau memutuskan beban elektris. Proses *switching* ini dikontrol oleh rangkaian elektrik. *Relay magnetic* sering digunakan untuk mengontrol *relay* yang lain atau beban dengan daya yang kecil. Seringnya pengulangan membuka dan menutup, kontak dapat mengalami kerusakan akibat dari bunga api dan gesekan mekanis, sehingga bagian dari kontak tersebut dapat diganti dengan kontak yang baru. Hal ini sering terjadi terutama pada kontak *magnetic*. Material-material kontak yang sering digunakan adalah logam-logam khusus seperti Tembaga (Ag), Emas (Au), Platina (Pt), Nikel (Au-Ni) dan gabungan senyawa-senyawa seperti Ag-Au-Ni.



Gambar 2.9 *Relay* DC ^[12]

Sumber tegangan yang dipakai untuk dialirkan ke coil supaya terjadi gaya elektromagnetik adalah:

- **Sumber arus searah (DC)**

Standar tegangan untuk *relay* DC adalah 6, 12, 24, 48, dan 100 (volt). Kinerja *relay* DC lebih mantap karena kecepatan *switching* *relay* DC lebih rendah dibandingkan dengan *relay* AC karena induktansi dari koil menekan kecepatan menaikkan arus. Kerugiannya adalah memerlukan catu daya DC yang khusus.

- **Sumber arus bolak balik (AC)**

Relay AC biasanya dieksitasi dengan sumber tegangan 100 atau 200 (V) dengan frekuensi 50 atau 60 (Hz). Pada arus bolak-balik panas dapat terjadi pada kumparan dan inti besi. Untuk catu tegangan yang lebih rendah dari tegangan minimum

yang diijinkan akan terjadi desah dan kinerjanya tidak stabil. Untuk sumber daya arus searah (DC) lebih stabil artinya pada koil tidak terjadi getaran karena sumber DC tidak dipengaruhi oleh adanya frekuensi. Pada *relay* DC ini kontaktornya tidak bergetar sehingga mempunyai usia pakai yang lama. Untuk sumber daya arus bolak-balik (AC) kurang stabil sehingga terjadi *cattering* atau getaran pada kontaknya karena sumber daya AC pada koil yang mempunyai frekuensi yaitu antara 50 – 60 Hz.

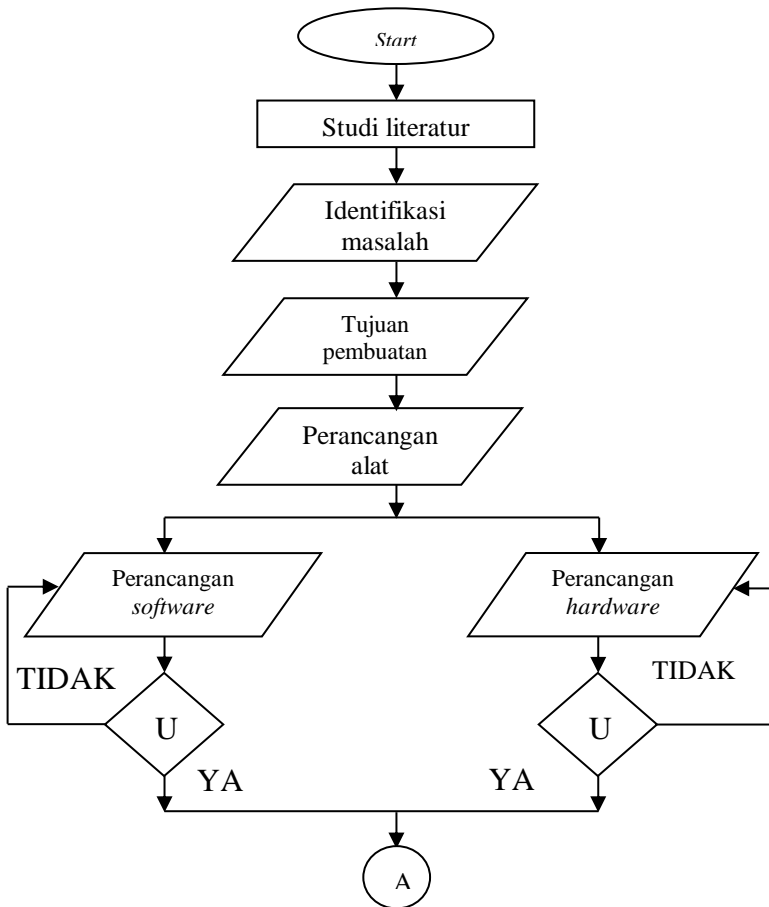
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

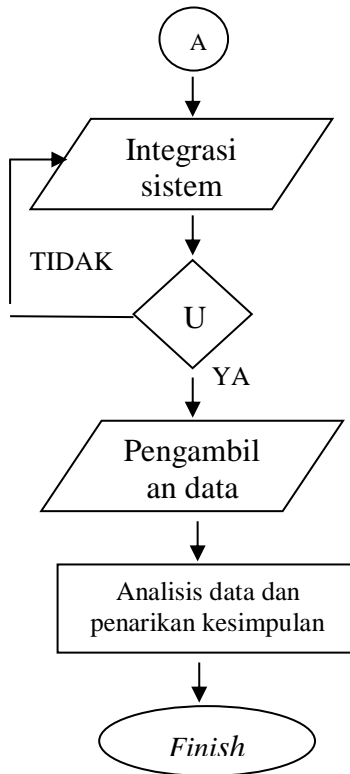
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

Konsep dasar perancangan dan pembuatan sistem pengendalian *level* dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut.

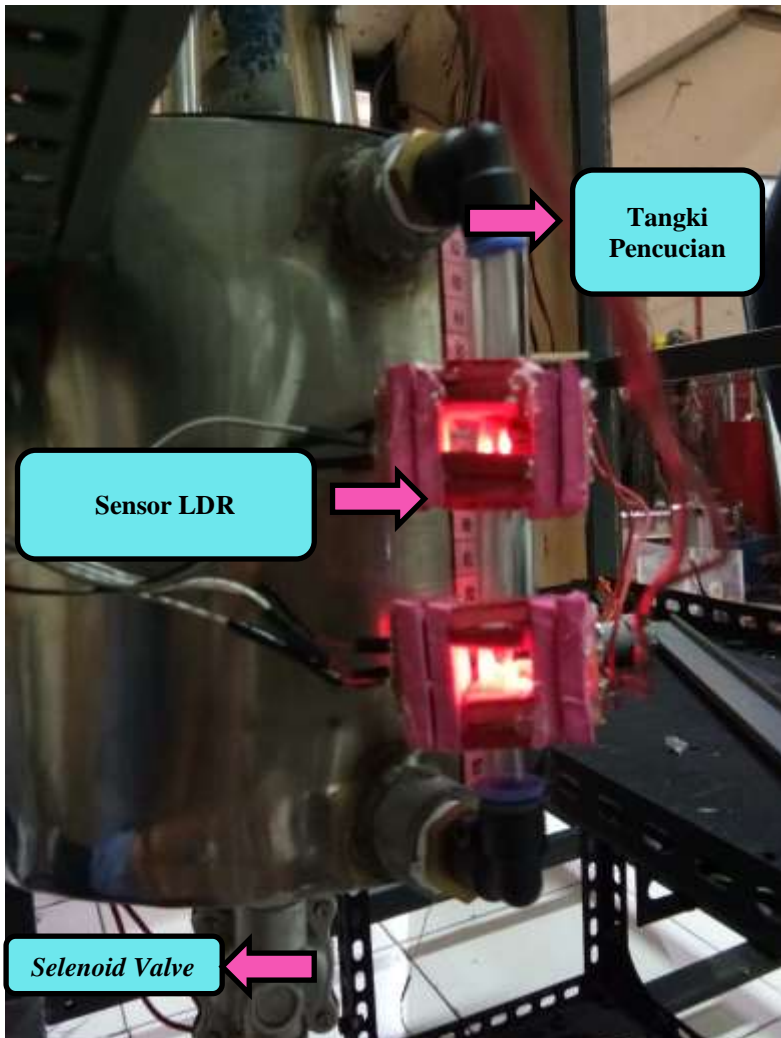




Gambar 3.1. Blok diagram perancangan dan pembuatan alat

3.2 Perancangan Sistem Pengendalian *Level* Pada Unit Pencucian (*Bleaching*)

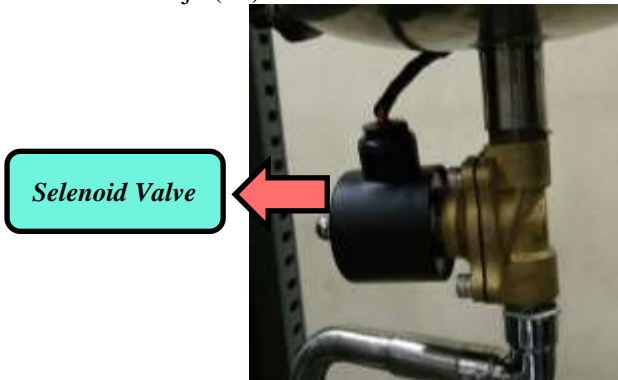
Pada perancangan sistem kontrol *plant level* pada tangki pencampuran *mini plant biodiesel*, mengatur variabel kontrol yaitu *level*.



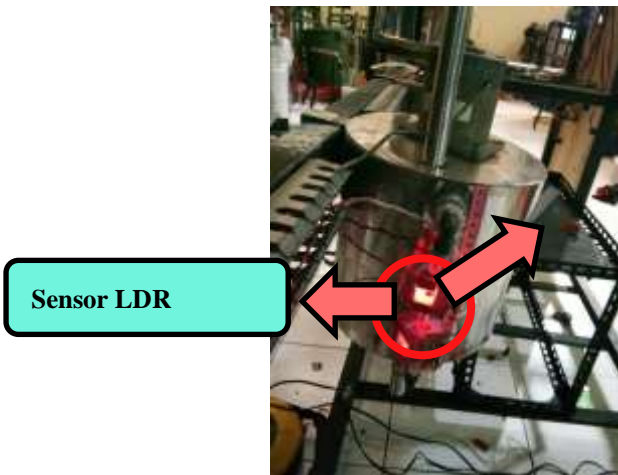
Gambar 3.2 Rancangan *Plant Level* Pada Tangki Pemurnian (*Bleaching*)

Pada proses pemurnian (*bleaching*) mini *plant biodiesel* menggunakan input dari hasil transesterifikasi didapatkan dari tangki atas yang nantinya akan masuk ke tangki pemurnian

(*bleaching*). Pada tangki *bleaching* terdapat minyak yang telah ditranseterifikasi dan larutan aquades yang kemudian akan dideteksi oleh sensor *LDR*. Sensor *LDR* pada *plant* ini terdapat 2 fungsi, yaitu berfungsi untuk mendeteksi sensor level *low* dan *high* serta untuk mengontrol kinerja *Solenoid Valve*, ketika *Solenoid Valve* harus berhenti (*off*) dan ketika *Solenoid Valve* harus bekerja (*on*).

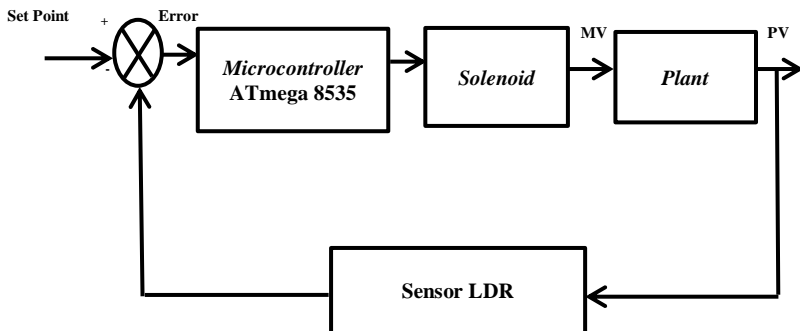


Gambar 3.3 *Solenoid Valve*



Gambar 3.4 *Sensor LDR*

Dari sensor LDR akan mengirimkan sinyal berupa sinyal analog menuju *microcontroller* ATmega 8535 yang berfungsi sebagai *controller*. Pada *microcontroller* ATmega 8535, data dari sensor akan diolah menjadi sinyal digital (ADC). Kemudian output dari ATmega 8535 akan mengaktifkan relay dan mengalirkan output tegangan sesuai dengan tegangan input yang dibutuhkan oleh *solenoid* sehingga *solenoid* dapat menyala. Jika data yang masuk ke *microcontroller* ATmega 8535 lebih dari *set point* (6 cm dan 10 cm) maka *microcontroller* akan memerintahkan *solenoid* untuk berhenti (*off*), begitu juga sebaliknya. Jika data yang masuk ke *microcontroller* kurang dari *set point* (6 cm dan 10 cm) maka *microcontroller* akan memerintahkan *solenoid* untuk aktif (*on*). Rangkaian yang menyambungkan dari *microcontroller* ATmega 8535 menuju *solenoid* yaitu *voltage divider* dan *modul relay* yang berfungsi untuk mengalirkan tegangan yang dibutuhkan oleh *solenoid* (220VAC) sehingga *solenoid* dapat aktif. Selain itu, peningkatan level yang terjadi pada tangki akan ditampilkan melalui LCD 2 x 16. Berikut merupakan diagram blok pengendalian level.

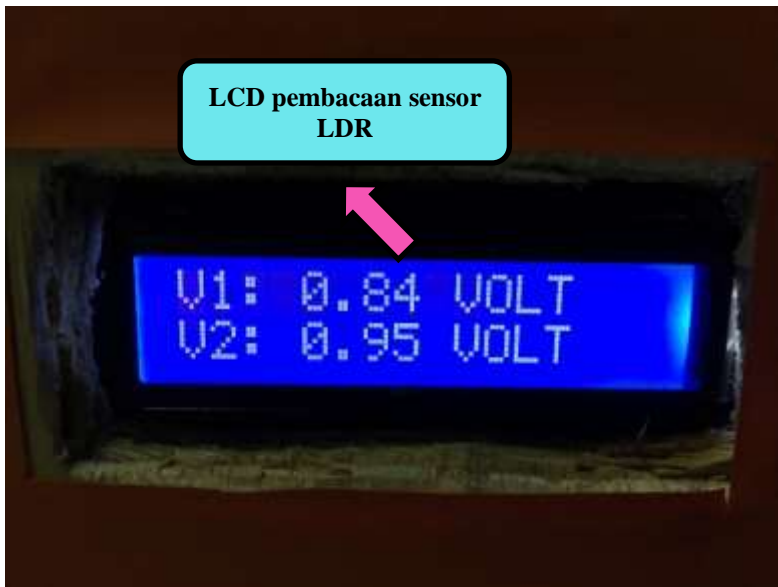


Gambar 3.5 Diagram Blok Pengendalian *Level*

3.3 Perancangan *Local Control Unit* (LCU)

Perancangan LCU ini terdiri dari 2 bagian yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Untuk perancangan *hardware* dimulai dari

rancangan *plant* pengendalian *level*, *power supply*, rancangan sensor pada *plant* pengendalian *level*, rangkaian *microcontroller* ATmega 8535 sebagai *controller*, rangkaian *modul relay* dan *relay*, dan penampilan data pada LCD. Untuk perancangan *software* dimulai dari perancangan *listing code* pada *software microcontroller* ATmega 8535. Berikut merupakan gambar LCU pada pengendalian *level* tangki pencampuran pada *mini plant biodiesel*.



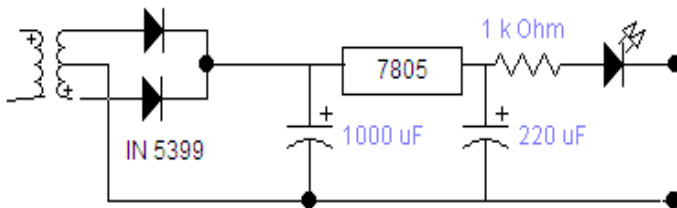
Gambar 3.6 LCD *Plant* Pengendalian *Level*

3.4 Perancangan *Hardware*

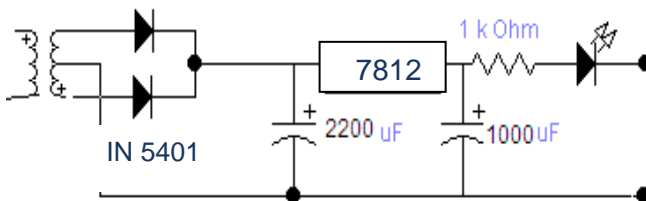
Dalam pembuatan *plant* pengendalian *level* pada tangki perlu adanya perancangan *hardware* meliputi *power supply*, sensor, perancangan tangki, *microcontroller*, rangkaian *modul relay*, dan LCD.

3.4.1 Perancangan *Power Supply*

Dalam pembuatan rangkaian *power supply* terdapat beberapa komponen dalam perangkaian ini yaitu regulator yang mempunyai tegangan IC 7805 dan IC 7812. Regulator IC 7805 dan regulator IC 7812 dapat mengeluarkan tegangan 5 Volt dan 12 Volt DC. Untuk menghasilkan tegangan 5 Volt terdiri dari beberapa komponen yaitu, dioda IN 5399 yang merupakan dioda yang dapat melewatkan arus maksimal 2 A, kapasitor 1000 uF dan 220uF, serta IC 7805. Sedangkan dioda IN 5401 berfungsi untuk menghasilkan tegangan sebesar 12 Volt dengan arus maksimal 3 A. Selain itu, membutuhkan kapasitor 2200uF dan 1000uF, serta IC 7824. Dioda yang dipakai dalam rangkaian mempunyai fungsi yang spesifik yaitu untuk menjadikan sinyal AC sinusoidal yang melewatinya menjadi sinyal DC setengah gelombang (*half wave*).



Gambar 3.7 Rangkaian *Power Supply* 5 Volt

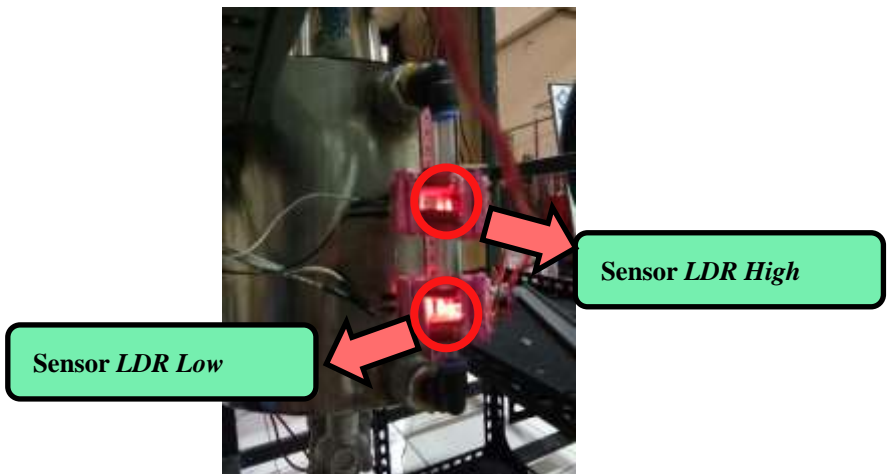


Gambar 3.8 Rangkaian *Power Supply* 12 Volt

Kapasitor mempunyai fungsi untuk memperhalus sinyal DC dari dioda. Kemudian sinyal DC keluaran dari kapasitor akan di masukkan ke IC 7805, 7812. Hasil keluaran dari IC 7805 dan 7812 adalah tegangan 5 Volt dan 12 Volt.

3.4.2 Perancangan Sensor *LDR*

LDR (Light Dependent Resistor), ialah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. Prinsip kerja sensor *LDR* pada *plant* ini adalah ketika cahaya yang dideteksi oleh sensor maka sensor *LDR* akan mengirimkan sinyal berupa sinyal *analog* menuju *microcontroller Atmega 8535* yang berfungsi sebagai *controller*. Pada *microcontroller Atmega 8535*, data dari sensor akan diolah menjadi sinyal *digital* (ADC). Kemudian output dari *microcontroller Atmega 8535* akan mengaktifkan *relay* dan mengalirkan output tegangan sesuai dengan tegangan input yang dibutuhkan oleh *solenoid* sehingga *solenoid* dapat menyala. Untuk memperjelas rangkaian sensor *LDR* dapat dilihat gambar dibawah ini.



Gambar 3.9 Penempatan Sensor *LDR high* dan *Low*

Sensor *LDR* berfungsi sebagai pendeteksi *level* tangki pencampuran (*mixing*) seperti pada gambar di atas dan ditampilkan pada LCD 2 X 16, sehingga *user* dapat mengetahui peningkatan dan penurunan *temperature* setiap detik atau menit.

Selain itu, sensor *LDR* berfungsi untuk mengontrol *on/off solenoid valve*. Output dari sensor *LDR* akan masuk ke *microcontroller* sebagai input.

3.4.3 Modul relay

Fungsi dari *modul relay* adalah untuk konversi dari output keluaran arduino uno menuju aktuator. Keluaran dari arduino adalah 5V DC sedangkan yang dibutuhkan *solenoid valve* adalah tegangan 220 AC. Maka dari itu dibutuhkan *modul relay* untuk mengkonversi dari 5V DC menjadi 220 AC. Cara kerjanya adalah dengan memberikan VCC (5V DC) dan *ground* untuk menyalakan *modul relay*. Jika sudah yang dibutuhkan untuk menggerakkan *modul relay* adalah 5V DC agar *relay* dapat berpindah dari NC menjadi NO. ^[12]



Gambar 3.10 Rangkaian Modul Relay

3.4.4 Perancangan Microcontroller ATmega8535

Mikrokontroler merupakan suatu rangkaian terintegrasi (*IC*) dengan kepadatan yang sangat tinggi dan semua bagian yang diperlukan oleh suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping yang didalamnya terdiri dari pusat pemroses (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM / EPROM / PROM, unit *input/output*, antarmuka serial dan *parallel*, *timer* dan *counter*, serta *interrupt* kontroler. Mikrokontroler tersedia dalam beberapa pilihan, tergantung dari keperluan dan kemampuan yang diinginkan.

Mikrokontroler yang banyak beredar biasanya terdiri dari 4, 8, 16 atau 32 bit.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits *word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 *clock*. RISC adalah *reduced instruction set computing* sedangkan CISC adalah *complex instruction set computing*.

AVR dikelompokkan kedalam 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega, dan keluarga AT86RFxx. Dari kesemua kelas yang membedakan satu sama lain adalah ukuran *on-board* memori, *on-board peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan keempat kelas AVR bisa dikatakan hampir sama.

A. Arsitektur ATMega 8535

Adapun spesifikasi arsitektur yang terdapat pada ATMega 8535 sebagai berikut :

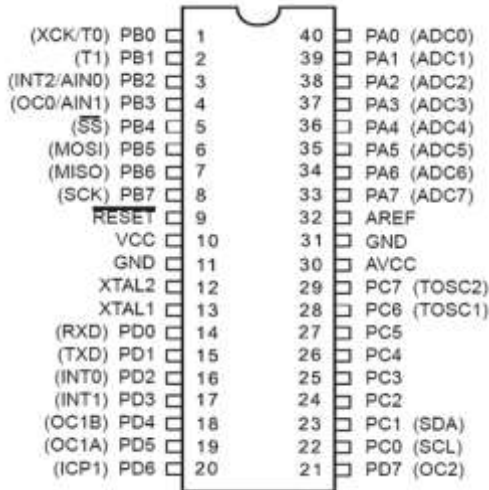
- a. Saluran IO sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C* dan *port D*
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 *channel*
- c. Tiga buah *timer / counter*
- d. 32 *register*
- e. *Watchdog timer* dengan *oscillator* internal
- f. SRAM sebanyak 512 *byte*
- g. Memori *Flash* sebesar 8 kb
- h. Sumber *interrupt* internal dan eksternal
- i. *Port SPI (Serial Pheriperal Interface)*
- j. EEPROM on board sebanyak 512 *byte*
- k. Komparator *analog*

- l. *Port USART (Universal Shynchronous Ashynchronous Receiver Transmitter)*

B. Konfigurasi Pin ATmega8535

Mikrokontroler ATmega 8535 memiliki 40 *pin* dan 4 *port* dengan susunan seperti pada gambar 2.10 dengan masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai *pin* masukan catu daya
- b. GND merupakan *pin ground*
- c. *Port A* (PA0...PA7) merupakan *pin I/O* dan *pin* masukan ADC
- d. *Port B* (PB0...PB7) merupakan *pin I/O* dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus yaitu *timer/counter*, komparator analog dan SPI
- e. *Port C* (PC0...PC7) merupakan *port I/O* dan *pin* yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan *timer oscillator*
- f. *Port D* (PD0...PD7) merupakan *port I/O* dan *pin* fungsi khusus yaitu komparator analog dan *interrupt eksternal* serta komunikasi serial
- g. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk mereset mikrokontroler
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock eksternal*
- i. AVCC merupakan *pin* masukan untuk tegangan ADC
- j. AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi untuk ADC



Gambar 3.11 Konfigurasi *pin* IC ATmega 8535^[11]

Port A

Pada port A merupakan 8-bit *directional port* I/O. Setiap *pin*nya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display* LED secara langsung. *Data Direction Register* port A (DDRA) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port A digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin* port A yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, kedelapan *pin* port A juga digunakan untuk masukan sinyal analog bagi A/D *converter*.

Port B

Pada Port B merupakan 8-bit *directional port* I/O. Setiap *pin*nya dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer* Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display* LED secara langsung.

Data Direction Register *port B* (DDRB) harus disetting terlebih dahulu sebelum *Port B* digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin port B* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. *Pin-pin port B* juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut 2.1 *Pin-pin port I/O PORT B*.

Table 3.1 *Pin-pin Port I/O PORT B*

<i>Port Pin</i>	Fungsi Khusus
PB0	T0 = <i>timer/counter 0 external counter input</i>
PB1	T1 = <i>timer/counter 0 external counter input</i>
PB2	AIN0 = <i>analog comparator positive input</i>
PB3	AIN1 = <i>analog comparator negative input</i>
PB4	SS = <i>SPI slave select input</i>
PB5	MOSI = <i>SPI bus master output / slave input</i>
PB6	MISO = <i>SPI bus master input / slave output</i>
PB7	SCK = <i>SPI bus serial clock</i>

Port C

Pada Port C merupakan 8-bit *directional port I/O*. Setiap *pinnya* dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat diatur per bit). *Output buffer Port C* dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display LED* secara langsung. Data Direction Register *port C* (DDRC) harus disetting terlebih dahulu sebelum *Port C* digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan *pin-pin port C* yang bersesuaian sebagai *input*, atau diisi 1 jika sebagai *output*. Selain itu, dua *pin port C* (PC6 dan PC7) juga memiliki fungsi alternatif sebagai *oscillator* untuk *timer/counter 2*.

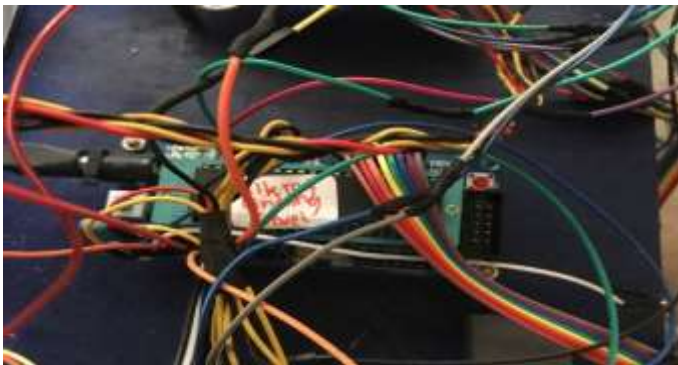
Port D

Pada Port D merupakan 8-bit *directional port I/O*. Setiap *pinnya* dapat menyediakan *internal pull-up* resistor (dapat

diatur per bit). *Output buffer Port D* dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan *display LED* secara langsung. Data *direction register port D* (DDRD) harus di *setting* terlebih dahulu sebelum *Port D* digunakan. *Pin* pada *port D* juga memiliki untuk fungsi yaitu. ^[7]

Table 3.2 *Pin – pin Port I/O PORT D*

<i>Port</i>	Fungsi khusus
PD0	RDX (UART <i>input</i> line)
PD1	TDX (UART <i>output</i> line)
PD2	INT0 (external interrupt 0 <i>input</i>)
PD3	INT1 (external interrupt 1 <i>input</i>)
PD4	OC1B (Timer <i>output</i> compareB match <i>output</i>)
PD5	OC1A (Counter1 <i>output</i> compareA match <i>output</i>)
PD6	ICP (Timer/counter1 <i>input</i> capture <i>pin</i>)
PD7	OC2 (Timer <i>output</i> compare match <i>output</i>)



Gambar 3.12 *Microcontroller ATmega8535*

Perancangan mikrokontroler Arduino Uno Atmega328 dimaksudkan untuk mendapatkan suatu sistem kontrol yang sesuai dengan kebutuhan dan menghubungkan *Microcontroller* yang

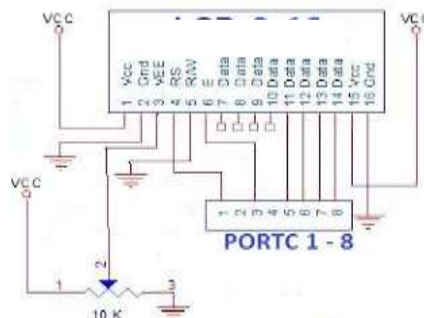
berisi alur program dengan peralatan lain yang dibutuhkan. *Microcontroller* berfungsi membangkitkan pulsa PWM yang digunakan untuk *men-switch* dan juga memberi informasi besarnya prosentase *duty cycle* untuk *men-switch* MOSFET pada rangkaian *buck converter*.

3.4.5 Perancangan Display LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD yang digunakan 2 baris x 16 kolom. LCD memiliki memori internal yang berisi definisi karakter sesuai dengan standar ASCII (CGROM – *Character Generator ROM*) dan memori sementara (RAM) yang bisa digunakan bila memerlukan karakter khusus (berkapasitas 8 karakter). RAM ini juga berfungsi untuk menyimpan karakter yang ingin ditampilkan di LCD.

Pin untuk LCD sendiri adalah pin pengisian data agar data dapat diterima dan diolah melalui *Microcontroller* ke LCD. Sebelum data dibaca oleh LCD maka data diisi oleh RS. Untuk pemograman mikrokontroler menggunakan software atmel ISP yang merupakan *software* untuk *download* ke mikrokontroler.

Program yang kita tulis dalam *notepad* harus disimpan dalam ekstensi .asm dan kemudian dikonversikan dalam bentuk bilangan heksadesimal yang secara otomatis akan mengoreksi error program. Bila *error* adalah nol maka program bisa di *download* menuju mikrokontroler.



Gambar 3.13 Koneksi LCD 2 X 16 ke *Microcontroller*

Berikut merupakan tampilan perancangan LCD pada uji sensor *LDR* dimana pada rangkaian tersebut variabel temperatur yang ditampilkan.



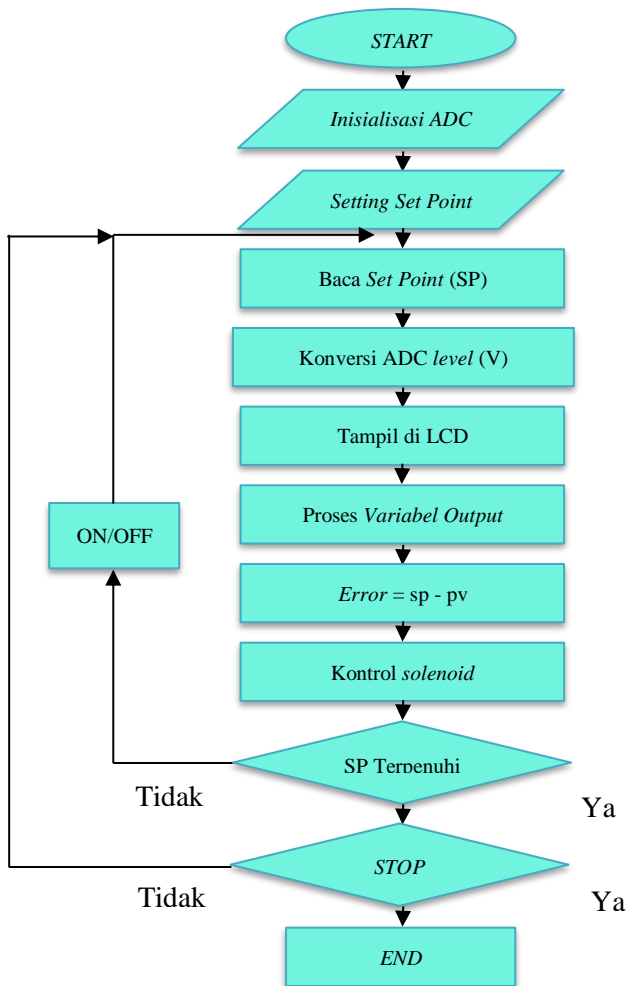
Gambar 3.14 Tampilan Perancangan LCD Pada Uji Coba Sensor *LDR*

3.5 Perancangan Perangkat Lunak *Software*

Perancangan *software* yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu *Microcontroller* ATmega8535 yang dipakai dan disesuaikan dengan kondisi *hardware* yang digunakan. *Software* yang dipakai terdiri dari beberapa bagian pokok, yaitu :

1. *Software* yang dipakai untuk pembacaan *microcontroller*.
2. *Software* yang digunakan untuk pembacaan output dari sensor oleh *microcontroller* yang digunakan sebagai pengolah data.
3. *Software* penampil ke LCD.

Perancangan *software* digunakan untuk mendukung kerja dari perangkat keras (*hardware*). Pada proses pembuatan listing program menggunakan *CV AVR*.



Gambar 3.15 Diagram Alir Program

Diagram Alir diatas menjelaskan tentang perancangan *software* pada *Microcontroller* ATmega8535. Input dari ADC yang terdapat pada pin *analog read* yaitu dari *output* sensor *LDR*. Kemudian dalam listing pemrograman dimasukkan *set point*

temperatur yang telah ditentukan. Pin *analog read* yang mempunyai fasilitas ADC akan membaca dan mengkonversi menjadi temperatur pada tangki sesuai *set point* yaitu *set point* dengan *range level high* 10 cm dan *range level low* 6 cm yang kemudian akan ditampilkan melalui LCD 2 x 16. Dengan adanya pengukuran level pada tangki melalui sensor *LDR* dan *Microcontroller* ATmega8535, data pengukuran yang dihasilkan akan mengaktifkan *solenoid* untuk *on/off*.

3.6 Prosedur Operasional

Pada pengendalian *level* dalam proses transesterifikasi dibutuhkan tiga komponen penting, yaitu *controller* yang berupa *Microcontroller* ATmega8535, *LDR* sebagai sensor, dan *solenoid* sebagai aktuator. Pengendalian level akan berjalan sesuai dengan standar apabila proses pencucian larutan minyak yang telah transesterifikasi dengan larutan metoksida (*methanol* dan *KOH*) pada tangki *mixing* dapat berlangsung selama 30 menit. Pada proses pencucian minyak hasil proses transesterifikasi ini dilakukan sebanyak 3 kali pencucian, dengan itu maka ada 3 loop proses control on/off pada pengendalian level ini. Larutan yang digunakan untuk mencuci adalah aquades. Setelah proses *looping* selesai maka dapat dihasilkan produk jadi Biodiesel dari minyak nyamplung dan dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar/

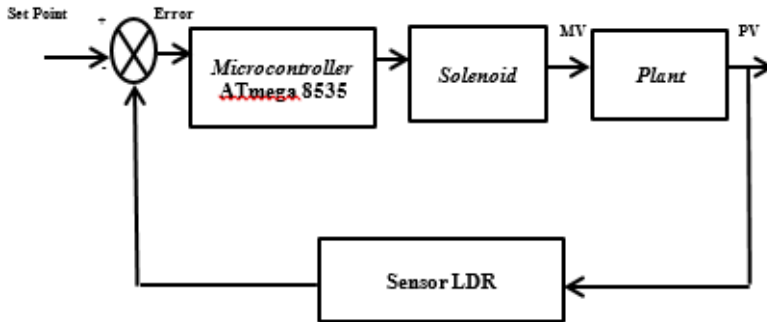
BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Pengujian Alat

Pada bab ini menjelaskan tentang pengujian alat pada tangki pencucian. Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan sistem pengendalian level pada tangki pencampuran maka perlu dilakukan pengujian terhadap *hardware* dan *software* yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan analisa secara menyeluruh terhadap hasil pengujian. Pengujian ini perlu dilakukan untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan yaitu pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

Sistem kerja pada pengendalian level tangki pencucian *mini plant biodiesel process* bertujuan untuk menjaga level dalam tangki pencucian sesuai dengan *set point*, *set point* untuk sensor *low* adalah 6 cm, ketika level mencapai *set point* maka akan mematikan solenoid tangki mixing atas dan menghidupkan solenoid tangki aquades, sedangkan *set point* untuk sensor *high* adalah 10 cm, ketika level mencapai *set point* maka akan mematikan solenoid tangki aquades. Pada pengendalian level ini menggunakan sensor LDR (*level sensor*) yang disinari oleh LED untuk mendeteksi level minyak pada tangki pencucian. Keluaran LDR berupa resistansi yang kemudian diubah menjadi tegangan dengan *voltage divider* dan masuk ke ADC pada kaki pin mikrokontroler sebagai kontroler dari sistem pengendalian level. Mikrokontroler inilah yang memberikan perintah *on/off* ke aktuator melalui *relay* yang telah terhubung ke *solenoid valve*. Dibawah ini merupakan diagram blok pengendalian level pada proses pencucian di mini plant biodiesel.



Gambar 4.1 Diagram Blok Pengendalian *Level*

4.2 Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem ini dilakukan 3 kali proses (*looping*) pencucian dengan cara memberikan sinyal *input* yang berupa *Proses Variable (PV)* yaitu level minyak yang berasal dari tangki *mixing transesterifikasi*. Pengujian sistem menggunakan *set point* yang telah ditentukan untuk mengetahui nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor LDR agar sesuai dengan *set point* pada tangki pencucian larutan minyak dan larutan aquades. Berikut adalah pengujian pembacaan sensor LDR *high* dan *low* pada saat tersinari dan tidak tersinari.

Tabel 4.1 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor *low* pada saat tidak tersinari.

PENGUJIAN KE- n	RESISTANSI (Ω)
1	24,761
2	24,763
3	24,758
4	24,753
5	24,765
Rata-rata	24,760

Tabel 4.2 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor *low* pada saat tersinari.

PENGUJIAN KE- n	RESISTANSI (Ω)
1	91,685
2	91,684
3	91,689
4	91,682
5	91,683
Rata-rata	91,684

Dari tabel diatas telah dilakukan pengujian pada pembacaan sensor LDR *low*. Didapatkan data LDR yang tidak tersinari akan mengeluarkan resistansi dengan rata-rata 24,760 Ω dan LDR yang tersinari akan mengeluarkan resistansi dengan rata-rata 91.684 Ω .

Tabel 4.3 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor *high* pada saat tidak tersinari.

PENGUJIAN KE- n	RESISTANSI (Ω)
1	21,315
2	21,318
3	21,327
4	21,312
5	21,308
Rata-rata	21,316

Tabel 4.4 Pengukuran nilai resistansi LDR sensor *high* pada saat tersinari.

PENGUJIAN KE- n	RESISTANSI (Ω)
1	97,686
2	97,684
3	97,683
4	97,689
5	97,683
Rata-rata	97,685

Dari tabel diatas telah dilakukan pengujian pada pembacaan sensor LDR *low*. Didapatkan data LDR yang tidak tersinari akan mengeluarkan resistansi dengan rata-rata 21,316 Ω dan LDR yang tersinari akan mengeluarkan resistansi dengan rata-rata 97.685 Ω .

Dari data yang terukur pada tabel 4.1- 4.4 untuk sensor LDR *low* mempunyai range sebesar 91.684 - 24,765 dan sensor LDR *high* mempunyai range sebesar 97.685 - 21,327. Nilai resolusi pada sensor *low* dan *high* saat tidak tersinari adalah 0,002 dan 0,001 , sedangkan sensor *low* dan *high* pada saat tersinari adalah 0,003 dan 0,001. Untuk nilai span pada sensor LDR *low* saat tidak tersinari adalah 24,674 , sedangkan untuk nilai span pada sensor LDR *high* saat tidak tersinari adalah 21,230.

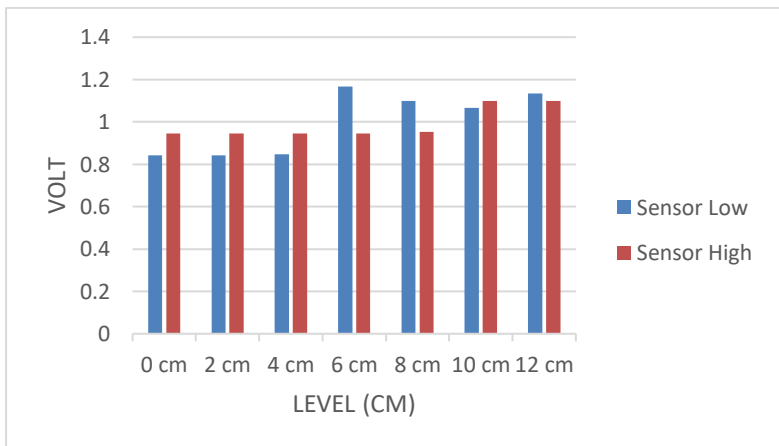
4.3 Pengujian LDR Dengan Menggunakan Voltage Divider

Pada pengujian rangkaian pembagi tegangan ini dilakukan untuk memvariasikan nilai LDR yang disambungkan dengan rangkaian ini agar merubah nilai hambatan menjadi tegangan agar bisa dibaca oleh microcontroller. Berikut data yang dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 4.5 Pembacaan sensor LDR pada tangki pencucian (*bleaching*) loop pertama dengan set point *low* 6 cm dan *high* 10 cm.

Level	Pembacaan LDR							
	Sensor Low(VOLT)			Rata-rata	Sensor High (VOLT)			Rata-rata
0 cm	0.85	0.84	0.84	0.8433	0.94	0.95	0.95	0.9466
2 cm	0.84	0.84	0.84	0.84	0.95	0.94	0.95	0.9466
4 cm	0.84	0.84	0.85	0.8433	0.95	0.95	0.96	0.9533
6 cm	1.1	1.2	1	1	0.95	0.95	0.94	0.9466
8 cm	1.2	1.1	1	1.1	0.95	0.96	0.95	0.9533
10 cm	1.1	1	1.2	1	1.1	1	1.2	1.1
12 cm	1.1	1	1.2	1	1.1	1.1	1.1	1.1

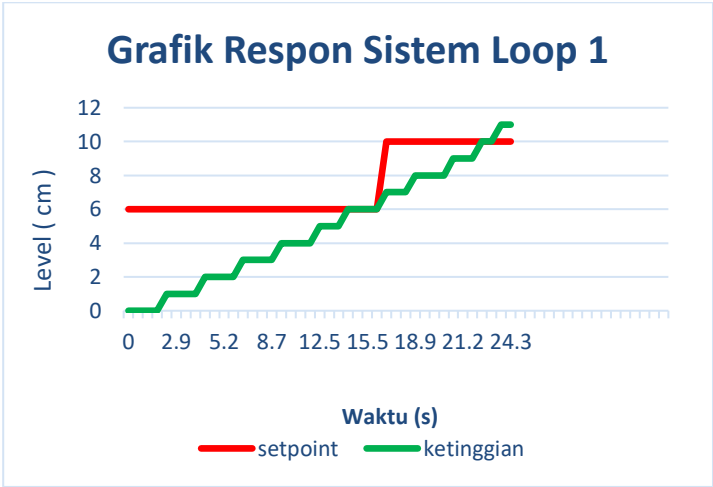
Dari tabel diatas telah dilakukan pengujian pada tangki pencucian hasil transesterifikasi dengan memberikan set point *low* 6 cm dan *high* 10 cm . Pada saat sensor LDR *low* mencapai set point nilai tegangan yang dikeluarkan adalah 1,166 Volt sedangkan pada saat sensor LDR *high* mencapai set point nilai tegangan yang dikeluarkan adalah 1,1 Volt.



Gambar 4.2 Grafik Respon Keluaran Sensor LDR terhadap Ketinggian Level Pada Tangki Pencucian Loop Pertama.

Dari grafik yang ada pada gambar 4.2 dan nilai Volt LDR yang berbeda diakrenakan ada beberapa factor yang

mempengaruhi yaitu sensor terkena cahaya maka nilai resistannya akan berubah-ubah, sensor LDR *sensitive* terhadap cahaya.



Gambar 4.3 Grafik Respon Sistem Pengendalian Level Loop 1

Pada gambar 4.3 merupakan grafik respon sistem antara *set point* level dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* tersebut.

Tabel 4.6 Respon Sistem Tracking *Set Point Level* Loop 1

DATA	SET POINT LEVEL (CM)	
	6 CM	10 CM
Tr	17.3 s	8
Mp	0 CM	1 CM
Tp	0	23.7 s
Ess	0 CM	1 CM

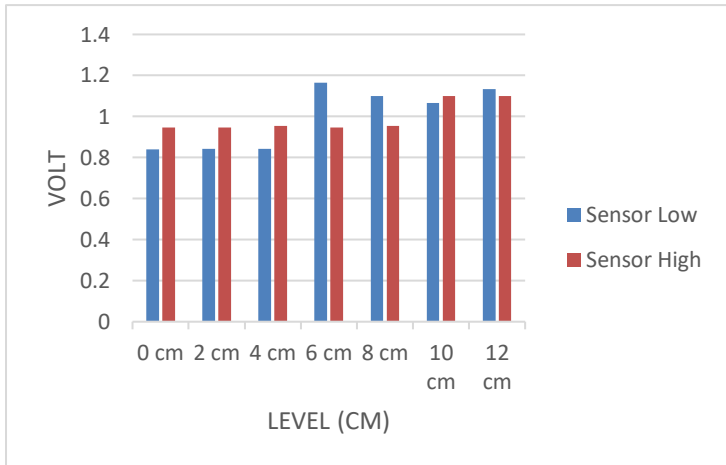
Pada tabel 4.6 merupakan respon sistem *tracking set point*. Tr (*rise time*) merupakan waktu yang dibutuhkan

untuk mencapai *set point*, dimana semakin tinggi set point maka nilai T_r semakin kecil. Nilai *maximum overshoot* (M_p) dari sistem untuk semua set point adalah 1 cm. *Peak Time* (T_p) adalah waktu yang dibutuhkan respon dari $t=0$ sampai mencapai puncak pertama *overshoot* adalah 16.7 s untuk set point 6 cm dan 24.3 s untuk set point 10 cm. Sedangkan *error steady state* adalah selisih nilai respon dan set point pada keadaan *steady state* adalah 1 cm untuk kedua set point.

Tabel 4.7 Pembacaan sensor LDR pada tangki pencucian (*bleaching*) loop kedua dengan set point *low* 6 cm dan *high* 10 cm.

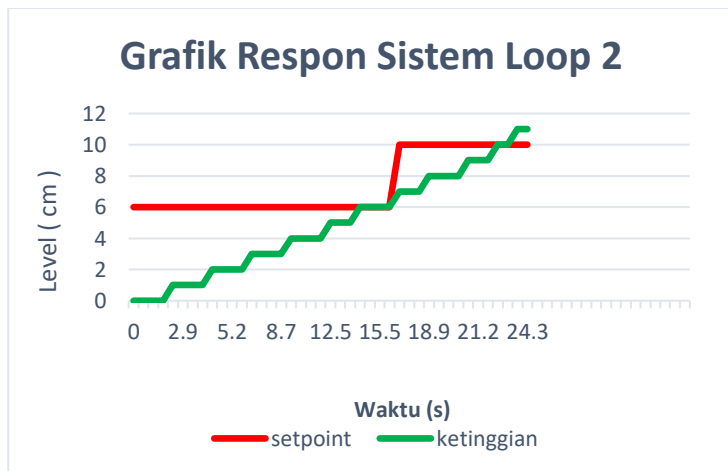
Level	Pembacaan LDR							
	Sensor Low(VOLT)			Rata-rata	Sensor High (VOLT)			Rata-rata
0 cm	0.85	0.84	0.84	0.8433	0.95	0.95	0.95	0.95
2 cm	0.84	0.84	0.84	0.84	0.95	0.94	0.95	0.9466
4 cm	0.84	0.84	0.85	0.8433	0.95	0.95	0.95	0.95
6 cm	1.1	1.2	1.2	1	0.95	0.95	0.94	0.9466
8 cm	1.2	1.1	1	1.1	0.95	0.96	0.95	0.9533
10 cm	1.1	1	1.2	1	1.1	1	1.2	1.1
12 cm	1.1	1	1.2	1	1.1	1.1	1.1	1.1

Dari tabel diatas telah dilakukan pengujian pada tangki pencucian hasil transesterifikasi dengan memberikan set point *low* 6 cm dan *high* 10 cm . Pada saat sensor LDR *low* mencapai set point nilai tegangan yang dikeluarkan adalah 1 Volt sedangkan pada saat sensor LDR *high* mencapai set point nilai tegangan yang dikeluarkan adalah 1,1 Volt.



Gambar 4.4 Grafik Respon Keluaran Sensor LDR terhadap Ketinggian Level Pada Tangki Pencucian Loop Kedua.

Dari grafik yang ada pada gambar 4.4 dan nilai Volt LDR yang berbeda diakibatkan ada beberapa factor yang mempengaruhi yaitu sensor terkena cahaya maka nilai resistannya akan berubah-ubah, sensor LDR *sensitive* terhadap cahaya.



Gambar 4.5 Grafik Respon Sistem Pengendalian Level Loop 2

Pada gambar 4.5 merupakan grafik respon sistem antara *set point* level dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* tersebut.

Tabel 4.8 Respon Sistem Tracking *Set Point Level* Loop 2

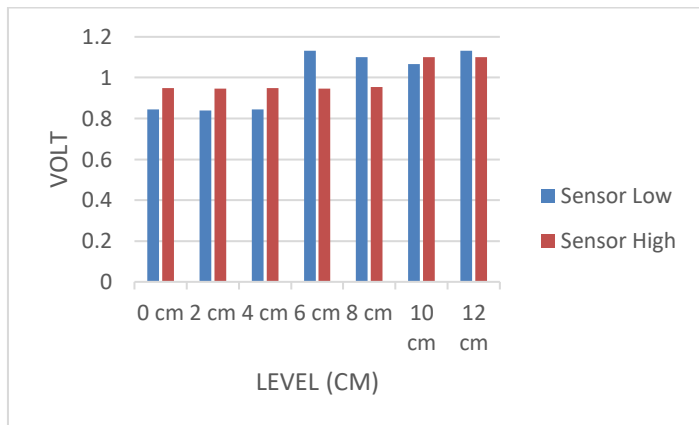
DATA	SET POINT LEVEL (CM)	
	6 CM	10 CM
Tr	17.3 s	8
Mp	0 CM	1 CM
Tp	0	23.7 s
Ess	0 CM	1 CM

Pada tabel 4.8 merupakan respon sistem *tracking set point*. Tr (*rise time*) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point*, dimana semakin tinggi set point maka nilai Tr semakin kecil. Nilai *maximum overshoot* (Mp) dari sistem untuk semua set point adalah 1 cm. *Peak Time* (Tp) adalah waktu yang dibutuhkan respon dari $t=0$ sampai mencapai puncak pertama *overshoot* adalah 16.2 s untuk set point 6 cm dan 24.3 s untuk set point 10 cm. Sedangkan *error steady state* adalah selisih nilai respon dan set point pada keadaan *steady state* adalah 1 cm untuk kedua set point.

Tabel 4.9 Pembacaan sensor LDR pada tangki pencucian (*bleaching*) loop ketiga dengan set point *low* 6 cm dan *high* 10 cm.

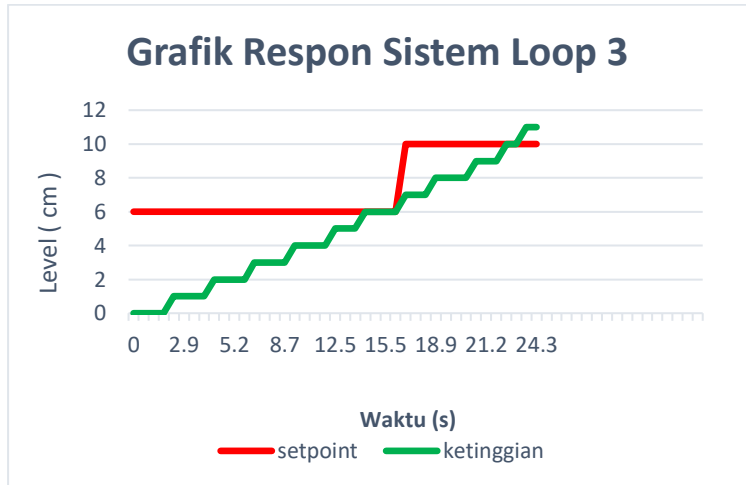
Level	Pembacaan LDR							
	Sensor Low			Rata-rata	Sensor High			Rata-rata
0 cm	0.85	0.84	0.84	0.8433	0.95	0.95	0.95	0.95
2 cm	0.84	0.84	0.84	0.84	0.95	0.94	0.95	0.9466
4 cm	0.84	0.84	0.85	0.8433	0.95	0.95	0.95	0.95
6 cm	1.1	1.2	1.2	1	0.95	0.95	0.94	0.9466
8 cm	1.2	1.1	1	1.1	0.95	0.96	0.95	0.9533
10 cm	1.1	1	1.2	1	1.1	1	1.2	1.1
12 cm	1.1	1	1.2	1	1.1	1.1	1.1	1.1

Dari tabel diatas telah dilakukan pengujian pada tangki pencucian hasil transesterifikasi dengan memberikan set point *low* 6 cm dan *high* 10 cm . Pada saat sensor LDR *low* mencapai set point nilai tegangan yang dikeluarkan adalah 1 Volt sedangkan pada saat sensor LDR *high* mencapai set point nilai tegangan yang dikeluarkan adalah 1,1 Volt.



Gambar 4.6 Grafik Respon Keluaran Sensor LDR terhadap Ketinggian Level Pada Tangki Pencucian Loop Ketiga.

Dari grafik yang ada pada gambar 4.6 dan nilai Volt LDR yang berbeda diakibatkan ada beberapa factor yang mempengaruhi yaitu sensor terkena cahaya maka nilai resistannya akan berubah-ubah, sensor LDR *sensitive* terhadap cahaya.



Gambar 4.7 Grafik Respon Sistem Pengendalian Level Loop 3

Pada gambar 4.7 merupakan grafik respon sistem antara *set point* level dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* tersebut.

Tabel 4.8 Respon Sistem Tracking *Set Point Level* Loop 2

DATA	SET POINT LEVEL (CM)	
	6 CM	10 CM
Tr	17.3 s	8
Mp	0 CM	1 CM
Tp	0	23.7 s
Ess	0 CM	1 CM

Pada tabel 4.8 merupakan respon sistem *tracking set point*. *Tr* (*rise time*) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *set point*, dimana semakin tinggi set point maka nilai *Tr* semakin kecil. Nilai *maximum overshoot* (*Mp*) dari sistem untuk set point 10 cm adalah 1 cm sedangkan untuk set point 6 cm adalah 0 cm. *Peak Time* (*Tp*) adalah waktu yang dibutuhkan respon dari $t=0$ sampai mencapai puncak pertama *overshoot* adalah 0 s untuk set point 6 cm dan 23.7 s untuk set point 10 cm. Sedangkan *error steady state* adalah selisih nilai respon dan set point pada keadaan *steady state* adalah 1 cm untuk set point 10 cm dan 0 cm untuk set point 6 cm.

4.4 Perbandingan Monitoring Level dengan Pembacaan Sensor

Pada pengambilan data kali ini, diambil dengan dua metode yaitu secara manual dan otomatis. dengan metode manual data diambil dengan menggunakan meteran. Dengan metode otomatis data diambil dengan menggunakan sensor LDR yang kemudian diolah oleh *microcontroller* ATmega 8535 kemudian ditampilkan dengan LCD. Pengambilan data diambil 2 *set point* yaitu 6 Cm dan 10 Cm . Berikut merupakan tabel pengambilan data.

Tabel 4.11 Perbandingan *Level* Sebenarnya Dengan Pembacaan Sensor LDR

Level Tangki (cm)	Pembacaan Sensor LDR (cm)			Rata-rata	Error (cm)	Prosentase Error (%)
6	6	5.7	6	5.9	0.1	0.02%
10	10	10.2	9.8	10	0	0%

Berikut merupakan perhitungan prosentase error yang dihasilkan oleh pembacaan rata-rata sensor LDR dengan level tangki sebenarnya, dimana pengambilan data diambil 2 *set point* yaitu 6 Cm dan 10 Cm

1. $\frac{6-5.9}{6} \times 100\% = 0,02\%$
2. $\frac{10-10}{10} \times 100\% = 0\%$

4.5 Analisa Data

Pada rancang bangun sistem pengendalian *level* dalam proses pencucian hasil dari transesterifikasi pada *mini plant* biodiesel. Proses pencucian (*Bleaching*) ini dilakukan sebanyak 3 kali, pengujian sistem menggunakan *set point* yang sama untuk sensor high dan sensor low dan dilakukan pengambilan data untuk menghitung waktu yang diperlukan level minyak untuk mencapai *set point* yang ditentukan yaitu dengan 6 Cm untuk sensor low dan 10 Cm untuk sensor high. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati perubahan waktu untuk mencapai *set point*.

Pada pengujian sistem pencucian pertama dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali. didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1,166 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt. Pada pengujian sistem pencucian kedua dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali. didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt. Pada pengujian sistem pencucian ketiga dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali. didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt.

Berdasarkan data hasil pengujian sistem yang dilakukan menunjukkan bahwa variabel *level* pada proses pencucian hasil transesterifikasi merupakan faktor yang sangat penting untuk dikontrol sehingga *level* minyak dan aquades dapat tepat sesuai dengan *set point* yang ditentukan. Seperti pada tabel pengujian data diatas didapatkan ketiga hasil sensor *high* dengan rata-rata yang sama yaitu 1 Volt dan hasil sensor *low* dengan rata-rata yang sama yaitu 1,1 Volt, hasil ini menunjukkan bahwa sensor dan actuator solenoid valve bekerja dengan sempurna, sedangkan pada perbandingan pembacaan manual dan otomatis terdapat error pada sensor *low* sebesar 0.02% dan sensor *high* sebesar 0%.

Kendala yang didapatkan dalam pengujian data adalah sensor LDR yang kadang-kadang tidak tepat pemasangannya, dan masalah kekentalan minyak yang tidak menentu sehingga susah untuk menentukan *set point* pengendalian *level* ini.

Halaman sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada Tugas Akhir ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dirancang alat pengendalian level pada proses pencucian hasil transesterifikasi dengan menggunakan sensor LDR, mikrokontroler ATmega 8535 sebagai kontroler serta *solenoid valve* sebagai aktuator.
2. Pada pengujian sistem pencucian pertama dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali . didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1,166 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt. Pada pengujian sistem pencucian kedua dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali . didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt. Pada pengujian sistem pencucian ketiga dengan *set point* 6 Cm dan 10 Cm diambil data sebanyak 3 kali . didapatkan data untuk sensor *low* dengan rata-rata 1 Volt dan untuk sensor *high* dengan rata-rata 1,1 Volt.

5.2 Saran

Pada tugas akhir sistem pengendalian level pada proses pencucian hasil transesterifikasi ini adalah dapat ditambahkan sistem monitoring level dan temperature atau juga dapat ditambahkan dengan IOT(*internet of things*).

Halaman sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tjukup Marnoto, & Endang Sulistyowati. 2015. “Biodiesel dari Minyak Nyamplung”. **Jurnal Teknik Kimia UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN**. Yogyakarta.
- [2] Rizal Alamsyah & Enny Hawani Lubis. 2012. “Pengolahan Biodiesel Dari Biji Nyamplung(*Calophyllum Inophyllum L*”. **Balai Besar Industri Agro (BBIA)**, Kementerian Perindustrian. Bogor.
- [3] Tanindo.net/2016/11/14/air-aquades-dan-kegunaannya.
- [4] [en.wikipedia.org/wiki/Mixing_\(process_engineering\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Mixing_(process_engineering)).
- [5] Rider-system.net/2011/10/ldr-light-dependent-resistor.
- [6] Ira Ayuthia Herdiana., 2009. “Aplikasi Adsorben Dalam Proses Pemurnian Biodiesel Jarak Pagar”. **Fakultas Teknik Pertanian**, Institut Teknologi Pertanian Bogor. Bogor.
- [7] [Http://id.prmob.net/solenoida/katup/solenoid-valve-917220.html](http://id.prmob.net/solenoida/katup/solenoid-valve-917220.html) [ONLINE]
- [8] Malvino., 1996. “Prinsip-Prinsip Elektroniks”. Jakarta, Erlangga.
- [9] Gunterus, Frans., 1997. “Falsafah Dasar Sistem Pengendalian Proses”. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1997.
- [10] https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar [ONLINE]
- [11] Susanto,Dimas., 2009. “Pemrograman Mikrokontroller AVR ATmega8535 dan LCD Board 2x16”. Bandung.

- [12] Wicaksono, Handy., Tanpa Tahun. “*Relay-Prinsip dan Aplikasi*”, Teknik Elektro. Universitas Kristen Petra.

DATA SHEET MICROCONTROLLER ATMEGA 8535

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 512 Bytes Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels for TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x for TQFP Package Only
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATmega8535L
 - 4.5 - 5.5V for ATmega8535
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega8535L
 - 0 - 16 MHz for ATmega8535



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

**ATmega8535
ATmega8535L**

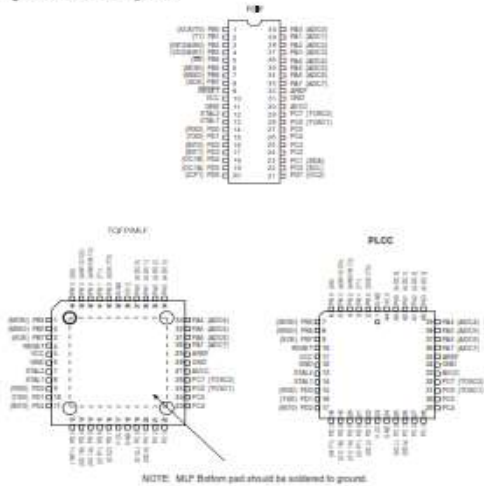
2552K-AVR-10/08





Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega8535



Disclaimer

Typical values contained in this data sheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

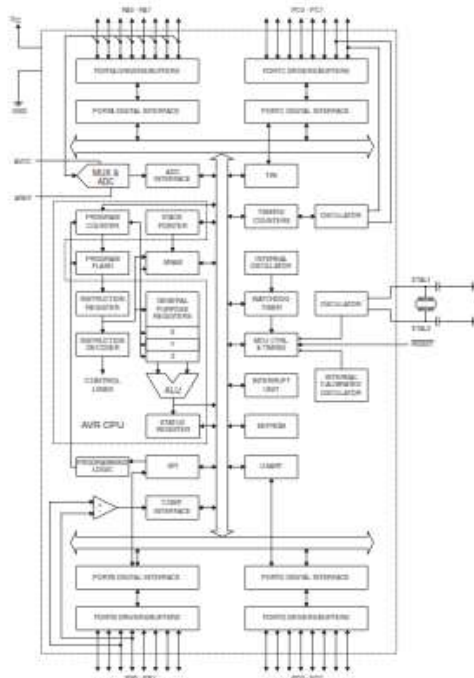
ATmega8535(L)

Overview

The ATmega8535 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing instructions in a single clock cycle, the ATmega8535 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega8535 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 512 bytes SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain in TQFP package, a programmable Watchdog Timer with internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the asynchronous timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega8535 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8535 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, In-Circuit Emulators, and evaluation kits.

AT90S8535 Compatibility

The ATmega8535 provides all the features of the AT90S8535. In addition, several new features are added. The ATmega8535 is backward compatible with AT90S8535 in most cases. However, some incompatibilities between the two microcontrollers exist. To solve this problem, an AT90S8535 compatibility mode can be selected by programming the 8535C fuse. ATmega8535 is pin compatible with AT90S8535, and can replace the AT90S8535 on current Printed Circuit Boards. However, the location of fuse bits and the electrical characteristics differs between the two devices.

AT90S8535 Compatibility Mode

Programming the 8535C fuse will change the following functionality:

- The timed sequence for changing the Watchdog Time-out period is disabled. See "Timed Sequences for Changing the Configuration of the Watchdog Timer" on page 45 for details.
- The double buffering of the USART Receive Register is disabled. See "AVR USART vs. AVR UART - Compatibility" on page 146 for details.

ATmega8535(L)

Pin Descriptions

V_{CC}	Digital supply voltage.
GND	Ground.
Port A (PA7..PA0)	<p>Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.</p> <p>Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
Port B (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 60.</p>
Port C (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 64.</p>
RESET	Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 37. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
XTAL1	Input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
XTAL2	Output from the Inverting Oscillator amplifier.
AVCC	AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V _{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V _{CC} through a low-pass filter.
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.



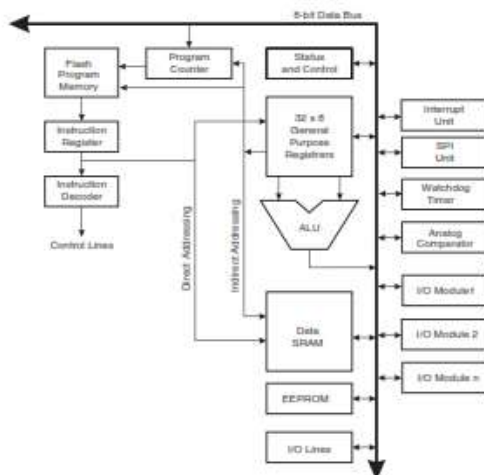
AVR CPU Core

Introduction

This section discusses the AVR core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals, and handle interrupts.

Architectural Overview

Figure 3. Block Diagram of the AVR MCU Architecture



In order to maximize performance and parallelism, the AVR uses a Harvard architecture – with separate memories and buses for program and data. Instructions in the program memory are executed with a single level pipelining. While one instruction is being executed, the next instruction is pre-fetched from the program memory. This concept enables instructions to be executed in every clock cycle. The program memory is In-System Re-Programmable Flash memory.

The fast-access Register File contains 32 x 8-bit general purpose working registers with a single clock cycle access time. This allows single-cycle Arithmetic Logic Unit (ALU) operation. In a typical ALU operation, two operands are output from the Register File, the operation is executed, and the result is stored back in the Register File – in one clock cycle.

ATmega8535(L)

Six of the 32 registers can be used as three 16-bit indirect address register pointers for Data Space addressing – enabling efficient address calculations. One of these address pointers can also be used as an address pointer for look up tables in Flash program memory. These added function registers are the 16-bit X-, Y-, and Z-registers, described later in this section.

The ALU supports arithmetic and logic operations between registers or between a constant and a register. Single register operations can also be executed in the ALU. After an arithmetic operation, the Status Register is updated to reflect information about the result of the operation.

Program flow is provided by conditional and unconditional jump and call instructions, able to directly address the whole address space. Most AVR instructions have a single 16-bit word format. Every program memory address contains a 16- or 32-bit instruction.

Program Flash memory space is divided in two sections, the Boot Program section and the Application Program section. Both sections have dedicated Lock bits for write and read/write protection. The SPM instruction that writes into the Application Flash memory section must reside in the Boot Program section.

During interrupts and subroutine calls, the return address Program Counter (PC) is stored on the Stack. The Stack is effectively allocated in the general data SRAM, and consequently the Stack size is only limited by the total SRAM size and the usage of the SRAM. All user programs must initialize the SP in the reset routine (before subroutines or interrupts are executed). The Stack Pointer SP is read/write accessible in the I/O space. The data SRAM can easily be accessed through the five different addressing modes supported in the AVR architecture.

The memory spaces in the AVR architecture are all linear and regular memory maps.

A flexible Interrupt module has its control registers in the I/O space with an additional Global Interrupt Enable bit in the Status Register. All interrupts have a separate interrupt Vector in the Interrupt Vector table. The interrupts have priority in accordance with their Interrupt Vector position. The lower the Interrupt Vector address, the higher the priority.

The I/O memory space contains 64 addresses for CPU peripheral functions as Control Registers, SPI, and other I/O functions. The I/O Memory can be accessed directly, or as the Data Space locations following those of the Register File, 0x20 - 0x2F.

ALU – Arithmetic Logic Unit

The high-performance AVR ALU operates in direct connection with all the 32 general purpose working registers. Within a single clock cycle, arithmetic operations between general purpose registers or between a register and an immediate are executed. The ALU operations are divided into three main categories – arithmetic, logical, and bit-functions. Some implementations of the architecture also provide a powerful multiplier supporting both signed/unsigned multiplication and fractional format. See the "Instruction Set" section for a detailed description.



Status Register

The Status Register contains information about the result of the most recently executed arithmetic instruction. This information can be used for altering program flow in order to perform conditional operations. Note that the Status Register is updated after all ALU operations, as specified in the Instruction Set Reference. This will, in many cases, remove the need for using the dedicated compare instructions, resulting in faster and more compact code.

The Status Register is not automatically stored when entering an interrupt routine and restored when returning from an interrupt. This must be handled by software.

The AVR Status Register – SREG – is defined as:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	R	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

• Bit 7 – I: Global Interrupt Enable

The Global Interrupt Enable bit must be set for the interrupts to be enabled. The individual interrupt enable control is then performed in separate control registers. If the Global Interrupt Enable Register is cleared, none of the interrupts are enabled independent of the individual interrupt enable settings. The I-bit is cleared by hardware after an interrupt has occurred, and is set by the RETI instruction to enable subsequent interrupts. The I-bit can also be set and cleared by the application with the SEI and CLI instructions, as described in the instruction set reference.

• Bit 6 – T: Bit Copy Storage

The Bit Copy Instructions BLD (Bit Load) and BST (Bit Store) use the T-bit as source or destination for the operated bit. A bit from a register in the Register File can be copied into T by the BST instruction, and a bit in T can be copied into a bit in a register in the Register File by the BLD instruction.

• Bit 5 – H: Half Carry Flag

The Half Carry Flag H indicates a Half Carry in some arithmetic operations. Half carry is useful in BCD arithmetic. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

• Bit 4 – S: Sign Bit, $S = N \oplus V$

The S-bit is always an exclusive or between the Negative Flag N and the Two's Complement Overflow Flag V. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

• Bit 3 – V: Two's Complement Overflow Flag

The Two's Complement Overflow Flag V supports two's complement arithmetics. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

• Bit 2 – N: Negative Flag

The Negative Flag N indicates a negative result in an arithmetic or logic operation. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

• Bit 1 – Z: Zero Flag

The Zero Flag Z indicates a zero result in an arithmetic or logic operation. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

• Bit 0 – C: Carry Flag

The Carry Flag C indicates a carry in an arithmetic or logic operation. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

DATA SHEET SENSOR LDR



Email: sales@sunrom.com or info@sunrom.com

Visit us at <http://www.sunrom.com>

Document: Datasheet Date: 25-Jul-05 Model #: 3190 Product's Page: www.sunrom.com/3-3190.html

Light Dependent Resistor - LDR

Two cadmium sulphide(cds) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.



Applications

Photoconductive cells are used in many different types of circuits and applications.

Analog Applications

- Camera Exposure Control
- Auto Slide Focus - dual cell
- Photocopy Machines - density of toner
- Colorimetric Test Equipment
- Densitometer
- Electronic Scales - dual cell
- Automatic Gain Control – modulated light source
- Automated Rear View Mirror

Digital Applications

- Automatic Headlight Dimmer
- Night Light Control
- Oil Burner Flame Out
- Street Light Control
- Absence / Presence (beam breaker)
- Position Sensor

Electrical Characteristics

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Cell resistance	1000 LUX	-	400	-	Ohm
	10 LUX	-	9	-	K Ohm
Dark Resistance	-	-	1	-	M Ohm
Dark Capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise Time	1000 LUX	-	2.8	-	ms
	10 LUX	-	18	-	ms
Fall Time	1000 LUX	-	48	-	ms
	10 LUX	-	120	-	ms
Voltage AC/DC Peak	-	-	-	320	V max
Current	-	-	-	75	mA max
Power Dissipation	-	-	-	100	mW max
Operating Temperature	-	-60	-	+75	Deg. C

Guide to source illuminations

Light source illumination	LUX
Moonlight	0.1
60W Bulb at 1m	50
1W MES Bulb at 0.1m	100
Fluorescent Lighting	500
Bright Sunlight	30,000

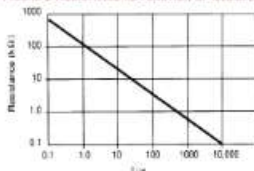
FIGURE 1 CIRCUIT SYMBOL



Sensitivity

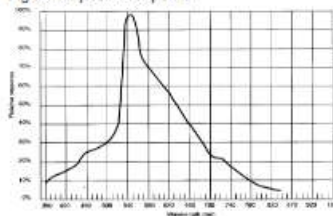
The sensitivity of a photodetector is the relationship between the light falling on the device and the resulting output signal. In the case of a photocell, one is dealing with the relationship between the incident light and the corresponding resistance of the cell.

FIGURE 2 RESISTANCE AS FUNCTION OF ILLUMINATION



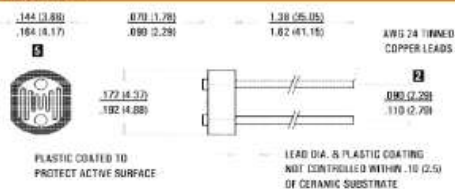
Spectral Response

Figure 3 Spectral response



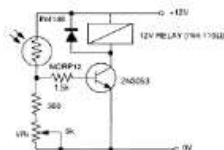
Like the human eye, the relative sensitivity of a photoconductive cell is dependent on the wavelength (color) of the incident light. Each photoconductor material type has its own unique spectral response curve or plot of the relative response of the photocell versus wavelength of light.

Dimensions



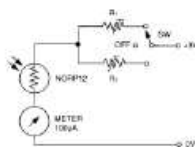
Typical Application Circuits

Figure 8: Sensitive light operated relay



Relay energized when light level increases above the level set by VR₁

Figure 9: Logarithmic law photographic light meter



Typical values R¹ = 100kΩ
R² = 200kΩ powered to give two overlapping ranges
(Calibration should be made against an accurate meter.)

LAMPIRAN B

REVIEW LISTING CODING ATMEGA 8535

/*****

*

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 7/8/2017
Author : Lintang Gumebyar
Company :
Comments:

Chip type : ATmega8535
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 8.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 128

/

```
#include <mega8535.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
#include <stdlib.h>
```

```
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x40

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

// Declare your global variables here

void main(void)
{
    // Declare your local variables here
    char lcd_buffer[33];
    char lcd_buffer1[33];
    float vin;
    float in;
    float vin2;
    float in2;
    int i=0;
    int i1 = 0;
    int i2 = 0;
    int i3 = 0;
    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
```

LAMPIRAN C

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In  
Func1=In Func0=In  
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTA=0x00;  
DDRA=0x00;
```

```
// Port B initialization  
// Func7=In Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out  
Func2=Out Func1=In Func0=In  
// State7=T State6=0 State5=0 State4=1 State3=1 State2=1  
State1=T State0=T  
PORTB=0x1C;  
DDRB=0x7C;
```

```
// Port C initialization  
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out  
Func2=Out Func1=Out Func0=Out  
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0  
State1=0 State0=0  
PORTC=0x00;  
DDRC=0xFF;
```

```
// Port D initialization  
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In  
Func1=In Func0=In  
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTD=0x00;  
DDRD=0x00;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization  
// Clock source: System Clock  
// Clock value: Timer 0 Stopped
```

```
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
```

```
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// USART disabled
UCSRB=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 500.000 kHz
// ADC Voltage Reference: AVCC pin
// ADC High Speed Mode: Off
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;
SFIOR&=0xEF;
```

LAMPIRAN C

```
// SPI initialization
// SPI disabled
SPCR=0x00;

// TWI initialization
// TWI disabled
TWCR=0x00;

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 0
// RD - PORTC Bit 1
// EN - PORTC Bit 2
// D4 - PORTC Bit 4
// D5 - PORTC Bit 5
// D6 - PORTC Bit 6
// D7 - PORTC Bit 7
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

while (1)
{
    if ( i < 4) // LOOP 3 KALI
    {

        in = read_adc(1);
        vin = (in * (5.0/1023.0));
        in2 = read_adc(2);
        vin2 = (in2 * (5.0/1023.0));

        lcd_gotoxy(0,0);
        sprintf(lcd_buffer1,"V1: %.2f VOLT ",vin);
```


LAMPIRAN C

```
lcd_puts(lcd_buffer1);  
delay_ms(100);  
lcd_gotoxy(0,1);  
sprintf(lcd_buffer,"V2: %.2f VOLT ",vin2);  
lcd_puts(lcd_buffer);  
delay_ms(100);
```

```
if ( PINB.0 == 1 && i3==0 ) // DARI MIKRO 2  
{ PORTB.2 = 0 ; // SOLENOID 5 ON  
PORTB.0 = 0; // DARI MIKRO 2 DI OFFKAN  
i1 = 1;  
i3 = 1;  
}  
if ( PINB.1 == 1 )  
{i1 = 1;  
}  
if ( i1 == 1 && vin > 2.7) // UNTUK MEMATIKAN ATAS PD 1  
{PORTB.2 = 1 ; // SOLENOID 5 OFF  
PORTB.3 = 0 ; // SOLENOID 6 ON  
i1 = 0 ;  
i2 = 0;  
PINB.1 = 0;  
}
```

```
if ( i2==0 && vin2 > 2.5) // UNTUK MEMATIKAN ATAS PD 2  
{PORTB.3 = 1 ; // SOLENOID 6 OFF  
PORTB.4 = 0 ; // MOTOR 3 ON  
PORTB.5 = 1 ; // KE HEATER 3 ON  
PINB.1 = 0;  
delay_ms (100000);  
delay_ms (100000);  
delay_ms (100000);
```

LAMPIRAN C

```
PORTB.4 = 1 ;// MOTOR 3 MATI
PORTB.5 = 0 ; // KE HEATER 3 MATI
i2 = 1;
i++;
PINB.1 =0;
}

if (i >4 )
{
i1= 10 ;
i2 =10;
}
}
}
```

LAMPIRAN C

BIODATA PENULIS



Nama Lengkap penulis Lintang Gumebyar yang dilahirkan di Kota Kediri pada tanggal 29 Agustus 1996 dari Ayah bernama Sigit Sugiharto dan Ibu bernama Risetwati Kusnaningrum. Saat ini penulis tinggal di Puri Indah BD 22-23 Sidoarjo. Pada tahun 2008, penulis telah menyelesaikan pendidikannya di SDN Tropodo IV Waru. Kemudian pada tahun 2011 penulis telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Waru. Tahun 2014 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 2 Sidoarjo dan melanjutkan studi di Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS. Pada tahun 2017 ini, penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *LEVEL* DALAM PROSES PEMURNIAN PADA *MINI PLANT BIODIESEL* DI WORKSHOP INSTRUMENTASI”**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir maka dapat menghubungi penulis melalui email lintanggumebyar@gmail.com